ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก

Organochlorine Pesticide Residues in Aquatic Organisms in the Outer Songkhla Lake

บุญสิน จิตตะประพันธ์

Boonsin Jittapraphan

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Environmental Management

Prince of Songkla University

2541

เลขหมู่ TD194.07 ส73 2541 ฉ.2
Bib Key 142083 1

ชื่อวิทยานิพนธ์ ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก

ผู้เขียน นายบุญสิน จิตตะประพันธ์

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เพริศพิชญ์ คณาธารณา)

.....กรรมการ
(อาจารย์เจิดจรรย์ ศิริวงศ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เพริศพิชญ์ คณาธารณา)

.....กรรมการ
(อาจารย์เจิดจรรย์ ศิริวงศ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ณรงค์ ณ เชียงใหม่)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.กิจการ ศุภมาตย์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ก้าน จันทร์พรหมมา)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก
ผู้เขียน	นายบุญสิน จิตตะประพันธ์
สาขาวิชา	การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2540

บทคัดย่อ

ศึกษาชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในปลา 5 ชนิด และกุ้ง 1 ชนิด บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก จังหวัดสงขลา โดยทำการเก็บตัวอย่างจากบริเวณท่าขึ้นสัตว์น้ำ 3 แห่ง ในช่วงฤดูฝน (พฤศจิกายน และธันวาคม 2538) และในช่วงฤดูแล้ง (มีนาคม และเมษายน 2539) ได้ตัวอย่างสัตว์น้ำสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน จำนวน 72 ตัวอย่าง ผลจากการศึกษาพบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนรวม (OCPs) ใน ปลาโคบ ปลากระบอก ปลาตะกรับ ปลาแป้น ปลากดขี้ลิง และ กุ้งหัวแข็ง มีปริมาณ 40.4 45.2 40.7 31.0 50.9 และ 34.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียกตามลำดับ 168.0 181.9 155.1 124.4 333.0 และ 144.3 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ $1.82x10^3$ $1.74x10^3$ $1.32x10^3$ $1.55x10^3$ $2.50x10^3$ และ $1.83x10^3$ ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน ตามลำดับ ตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำทุกตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ OCPs กลุ่มที่พบบ่อยและมีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่น คือ กลุ่มเอชซีเอช (HCHs) และ ดีดีที (DDTs) รองลงมาคือ กลุ่มดริน (อัลดริน ดีลดริน และเอ็นดริน) กลุ่มเอ็นโดซัลแฟน (เบต้า,แกมมา) กลุ่มเฮปตาคลอร์ (เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลอร์ อีพอกไซด์) โดยมีค่าเฉลี่ย 21.7 15.1 1.4 1.3 และ 1.0 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ 92.9 75.7 6.0 5.4 และ 4.5 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ 963.1 642.6 45.3 65.6 และ 45.93 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน ตามลำดับ ไม่พบการตกค้างของ เอ็นโดซัลแฟน ซัลเฟต ในตัวอย่างสัตว์น้ำของการศึกษาครั้งนี้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้ t-test ที่ระดับนัยสำคัญ .05 พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำในช่วงฤดูฝนกับฤดูแล้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในสัตว์น้ำ

ประเภทกินพืชกับสัตว์น้ำประเภทกินสัตว์เป็นอาหาร ส่วนการหาความสัมพันธ์ของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ตกค้างในสัตว์น้ำปริมาณสารในหน่วยน้ำหนักเปียก มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารในหน่วยน้ำหนักแห้ง และปริมาณในหน่วยน้ำหนักไขมัน เช่นเดียวกับปริมาณไขมันในสัตว์น้ำมีความสัมพันธ์กันกับปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหน่วยน้ำหนักไขมัน แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหน่วยน้ำหนักเปียก และปริมาณสารในหน่วยน้ำหนักแห้ง

อย่างไรก็ตามปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ตรวจพบในสัตว์น้ำยังมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่ยอมให้มีได้ในอาหารประเภทสัตว์น้ำ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่กำหนดเป็นค่าความปลอดภัย

Thesis Title	Organochlorine Pesticide Residues in Aquatic Organisms in the Outer Songkhla Lake
Author	Mr.Boonsin Jittapraphan
Major Program	Environmental Management
Academic Year	1997

Abstract

Qualitative and quantitative analysis of organochlorine pesticide residues in aquatic organisms in the Outer Songkhla Lake,Changwat Songkhla. The samples were collected twice ; i.e. during the wet season (November and Decenber 1995) and dry season (March and April 1996), from 3 landing places total of 72 aquatic organisms. According to this studied the total organochlorine pesticide (OCPs) residues in *Nematalosa nasus, Liza subviridis, Scatophagus argus, Leiognathus brevirostris, Arius sagor* and *Metapenaeus monoceros* were found 40.4, 45.2, 40.7, 31.0, 50.9 and 34.4 µg/kg wet weight, 168.0, 181.9, 155.1, 124.4, 333.0 and 144.3 µg/kg dry weight, $1.82x10^3$, $1.74x10^3$, $1.32x10^3$, $1.55x10^3$, $2.50x10^3$ and $1.83x10^3$ µg/kg fat weight respectively. The OCP were found in all of samples, which HCHs and DDTs were the two dominant pesticide residues. The average concentration of HCHs, DDTs, Drins (Aldrin, dieldrin and Endrin), Endosulfan (α,β isomers) and Heptachlors (Heptachlor and Heptachlor epoxide) were 21.7, 15.1, 1.4, 1.3 and 1.0 µg/kg wet weight 92.9, 75.7, 6.0, 5.4 and 4.5 µg/kg dry weight 963.1, 642.6, 45.3, 65.6 and 45.9 µg/kg fat weight respectively. Endosulfan sulfate was not detected for all the samples.

According to statistic analysis by t-test method at .05 significance level, it was found that the average of quantity of OCPs residues in

aquatic organisms both of the seasonal variation and in aquatic organisms between herbivorous with carnivorouse was not significantly different. As the correlation concerned the result of OCPs residues in the sample wet weight was related with OCPs residues in sample dry weight the same as fat weight. The level of fat in aquatic organisms was relate with OCPs residues in fat weight but the level of fat in aquatic organisms was not relate with OCPs residues in wet weight and the same as dry weight.

However the residues level of OCPs in aquatic organisms did not exceed the aquatic organisms standard of the Ministry of Public Health.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษา แนะแนวทาง และแก้ไขข้อบกพร่อง จากรองศาสตราจารย์ ดร.เพริศพิชญ์ คณาธารณา อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์เจิดจรรย์ ศิริวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ทำวิทยานิพนธ์จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ณรงค์ ณ เชียงใหม่ และรองศาสตราจารย์ ดร.กิจการ ศุภมาตย์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาในการสอบ เสนอแนะ และแก้ไขข้อบกพร่อง จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ถูกต้องยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม ภาควิชาเคมี และภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ และภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความสะดวกเกี่ยวกับสถานที่ วัสดุ อุปกรณ์ ในการวิจัย

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 12 สำนักงานเกษตรจังหวัดสงขลา ศูนย์มาเลเรียเขต 4 จังหวัดสงขลา และศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออกจังหวัดสงขลา ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล ให้ข้อคิดเห็น และเสนอแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์กับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณอาจารย์วันชัย ธรรมสัจการ ศูนย์วิจัยพฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา คณะวิทยาการจัดการ และคุณแจริญพร แก้วละเอียด ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาในเรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ขอขอบคุณคุณบุญเสริม เช่งล่าย และเพื่อนนักศึกษาปริญญาโทสาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อมรุ่น 6 ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการค้นคว้าวิจัย

ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และคุณสงวน จิตตะประพันธ์ ที่สนับสนุนและเป็นกำลังใจสำคัญตลอดมาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

บุญสิน จิตตะประพันธ์

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบาญ	(8)
รายการตาราง	(10)
รายการภาพประกอบ	(12)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	17
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	17
2. วิธีการวิจัย	18
สารเคมี	18
เครื่องมือและอุปกรณ์	18
วิธีดำเนินการวิจัย	19
การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน	19
การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง	19
ชนิดของสัตว์น้ำที่ใช้ในการวิจัย	22
ระยะเวลาในการจัดเก็บตัวอย่าง	22
การเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำ	22
การวัดขนาดความยาวและน้ำหนักของสัตว์น้ำ	24
ชนิดของสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ทำการวิเคราะห์	24
วิธีการสกัดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนจากตัวอย่างสัตว์น้ำ	25
การทำให้สะอาด (Clean up) และการแยกส่วน (Fractionation)	25

บทที่	หน้า
การวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารออร์กาโนคลอรีนโดยใช้แก๊สโครมาโตกราฟฟี	26
การหาปริมาณไขมัน	27
การหาปริมาณความชื้นของตัวอย่างสัตว์น้ำ	27
การวิเคราะข้อมูล	27
สถานที่ทำการวิจัย	28
3. ผลการศึกษา	29
การศึกษาขนาดความยาว น้ำหนัก ปริมาณไขมัน และปริมาณความชื้นในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก	29
การตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก	31
ผลการวิเคราะข้อมูล	46
4. บทวิจารณ์	49
ชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ตรวจพบในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก	49
การศึกษาความแตกต่างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก	58
การศึกษาความสัมพันธ์	59
ประเมินปริมาณออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกว่าปลอดภัยต่อผู้บริโภคหรือไม่	61
5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ	62
สรุปผลการศึกษา	62
ข้อเสนอแนะ	63
บรรณานุกรม	66
ภาคผนวก	74
ประวัติผู้เขียน	109

รายการตาราง

ตาราง หน้า

1. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความยาว น้ำหนัก ปริมาณไขมัน และความชื้นของสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ในฤดูฝนและฤดูแล้ง 30
2. ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกเฉลี่ย ในเดือนพฤศจิกายน 2538 32
3. ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกเฉลี่ย ในเดือนธันวาคม 2538 37
4. องค์ประกอบของ เอชซีเอช ในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดูฝน 35
5. องค์ประกอบของ ดีดีที ในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดูฝน 37
6. ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกเฉลี่ย ในเดือนมีนาคม 2539 43
7. ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกเฉลี่ยในเดือนเมษายน 2539 41
8. องค์ประกอบของ เอชซีเอช ในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดแล้ง 42
9. องค์ประกอบของ ดีดีที ในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดูแล้ง 43
10. เปรียบเทียบปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกเฉลี่ยระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง 45
11. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างฤดูกาลของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก 46
12. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ระหว่างสัตว์น้ำกินพืชและสัตว์น้ำกินสัตว์เป็นอาหาร บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก 47
13. ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ (Correlation Coefficient) 48
14. ความหมายของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 48
15. ชนิดและจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก 50

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

16. ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำเฉลี่ยบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก 51

17. เปรียบเทียบผลการศึกษาสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกกับบริเวณอื่น 60

18. มาตรฐานค่าความปลอดภัยสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอาหารประเภทสัตว์น้ำตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 71 (พ.ศ. 2525) 61

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1. แสดงพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา	7
2. สารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศน้ำ	11
3. แสดงจุดเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก	20
4. ลักษณะทั่วไปของจุดเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก	21
5. แสดงชนิดของสัตว์น้ำที่ใช้ในการวิจัย	23
6. แสดงการวัดขนาดความยาวตัวอย่างปลาและกุ้ง	24
7. ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดูฝน	35
8. องค์ประกอบของ เอชซีเอช ในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดูฝน	36
9. องค์ประกอบของ ดีดีที ในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดูฝน	37
10.ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดูแล้ง	42
11.องค์ประกอบของ เอชซีเอช ในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดูแล้ง	43
12.องค์ประกอบของ ดีดีที ในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดูแล้ง	44

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ปัจจุบันสารเคมีที่ใช้ในการเกษตร อุตสาหกรรม และสาธารณสุข ก่อให้เกิดปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม ในขณะที่การเร่งรัดพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศกำลังดำเนินอยู่นั้น มลภาวะในสิ่งแวดล้อมอันมีสาเหตุมาจากการเร่งรัดพัฒนานี้ ได้เริ่มก่อตัวขึ้นเกิดมีการตกค้างและสะสมของสารเคมีทางการเกษตร และอุตสาหกรรม สารเหล่านี้อาจตกค้างในสิ่งแวดล้อมต่างๆ เช่น น้ำ ดิน อากาศ อาหารที่มนุษย์บริโภค ฯลฯ เป็นเหตุให้คุณภาพของสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมลง ในขณะเดียวกันบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการทำงานดังกล่าวจะได้รับพิษของสารเคมีที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมเหล่านั้นเข้าสู่ร่างกายโดยตรงอาจจะเป็นทางปาก ทางลมหายใจ ทางผิวหนังทางใดทางหนึ่ง พิษของสารเคมีเข้าไปทำลายสุขภาพของผู้ประกอบการ ทั้งในลักษณะรุนแรงเฉียบพลันผลปรากฏทันทีหรือในลักษณะค่อยเป็นค่อยไปและปรากฏอาการให้เห็นเมื่อมีการสะสมพิษในระดับหนึ่ง ส่วนการได้รับพิษทางอ้อมนั้นคือ พิษที่สะสมอยู่ในสภาพแวดล้อม และสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย ที่มนุษย์ต้องกินใช้หรือสัมผัส และร่างกายของมนุษย์จะถูกทำลายได้ในลักษณะเดียวกัน

สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนเป็นสารกลุ่มหนึ่งที่มีการนำเข้ามาใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ สารกลุ่มนี้สลายตัวโดยกระบวนการธรรมชาติได้ช้า มีฤทธิ์ตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมนาน สารพิษที่ปนเปื้อนหรือตกค้างในแหล่งน้ำจะก่อให้เกิดการเข้าไปสะสมในสิ่งมีชีวิตในน้ำ เช่น สัตว์หน้าดิน แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ ฯลฯ ซึ่งเป็นอาหารของปลาเล็ก เกิดการสะสมสารพิษในปลาและต่อเนื่องไปถึงปลาตัวใหญ่ในห่วงโซ่อาหาร หรือการรับสัมผัสสะสมในร่างกายโดยตรง ถ้าแหล่งน้ำที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่นั้นเป็นที่รองรับสารพิษต่างๆ โดยตรง ปริมาณการตกค้างหรือการสะสมสารพิษในตัวปลาและสิ่งมีชีวิตในน้ำจะมากยิ่งขึ้น ส่วนสัตว์อื่นๆ ที่กินพืชหรือปลาที่มีสารพิษตกค้างอยู่เป็นอาหาร ก็จะได้รับสารพิษสะสมเข้าสู่ร่างกายตามห่วงโซ่อาหารเช่นกัน

ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เป็นระบบนิเวศที่มีลักษณะโดดเด่นเฉพาะตัวแห่งหนึ่ง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวทะเลสาบ ทรัพยากรธรรมชาติอื่นๆ โดยรอบ และชุมชนที่อยู่รอบทะเลสาบเกี่ยวโยงกันเป็นเครือข่ายซึ่งซับซ้อนมาก การพยายามทำความเข้าใจในสภาพปัจจุบันและอดีตของทะเลสาบสงขลาเป็นแนวทางหนึ่งที่อาจจะใช้ทำนายถึงสภาพของทะเลสาบต่อไปในอนาคตได้ จากการขยายตัวของเมืองและประชากรบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ทำให้กิจกรรมต่างๆ นับวันจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เช่น การเกษตร และอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการทำการเกษตรแผนใหม่นั้นจำเป็นต้องใช้สารกำจัดศัตรูพืชกันมาก การใช้สารเหล่านี้บางส่วนจะตกค้างอยู่ตามพื้นดินและมีการชะล้างลงในแหล่งน้ำโดยมีคลองและแม่น้ำเป็นตัวกลางในการพัดพาเอาสารมลพิษจากกิจกรรมต่างๆ ลงในทะเลสาบโดยตรง ผลที่ติดตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็คือผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อมและการเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ การศึกษาครั้งนี้เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องเวลาและงบประมาณ จึงเลือกพื้นที่ศึกษาเฉพาะบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา และเป็นแหล่งทรัพยากรสัตว์น้ำที่สำคัญแห่งหนึ่งของภาคใต้ ในการพัฒนาสงขลา-หาดใหญ่ให้เป็นเมืองหลักทางด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมนั้น ทำให้เกิดปัญหามลพิษในทะเลสาบสงขลาตอนนอกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เพราะเป็นแหล่งรองรับน้ำเสียและมลพิษต่างๆ จากทะเลสาบสงขลาตอนบนและจากจังหวัดสงขลาเกือบทั้งหมด การเกิดมลพิษในทะเลสาบสงขลาตอนนอก ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสัตว์น้ำ ทำลายเศรษฐกิจของประเทศและสุขภาพอนามัยของประชาชน การปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชในทะเลสาบสงขลาตอนนอกนั้น แม้ว่าคนไม่ได้เอาน้ำทะเลมาใช้ในการบริโภคโดยตรง แต่การจับเอาสัตว์น้ำมาบริโภค จึงเกิดปัญหาว่าสารพิษต่างๆ ที่ลงไปในทะเลสาบสงขลาตอนนอกนั้น เข้าไปสะสมในสัตว์น้ำที่เป็นอาหารของคนมากน้อยเพียงใดและจะปลอดภัยต่อผู้บริโภคหรือไม่ การศึกษาปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชโดยใช้สัตว์น้ำนั้น น่าจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงภาวะมลพิษจากสารกำจัดศัตรูพืชในทะเลสาบสงขลาได้อีกทางหนึ่ง

ดังนั้นการศึกษาชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในทะเลสาบสงขลาตอนนอก ย่อมทำให้ทราบถึงระดับการปนเปื้อนของสารดังกล่าวตลอดจนชี้ให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงระดับการปนเปื้อนของสารกลุ่มนี้ในสัตว์น้ำแต่ละชนิด เป็นการเฝ้าระวังตรวจสอบมลพิษทางน้ำโดยการใช้สัตว์น้ำ ซึ่งยังไม่มีผู้ใดทำการศึกษาด้านนี้มาก่อนในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก

การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

1.1 ที่ตั้ง

ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาตั้งอยู่บนชายฝั่งด้านตะวันออกของภาคใต้ โดยอยู่ระหว่างละติจูดที่ 6 องศา 20 ลิบดาเหนือ ถึงละติจูด 8 องศา 12 ลิบดาเหนือ และระหว่างลองติจูดที่ 99 องศา 44 ลิบดาตะวันออก ถึง ลองติจูดที่ 100 องศา 41 ลิบดาตะวันออก มีเนื้อที่รวมทั้งหมด 9,807 ตารางกิโลเมตร (6,129,375 ไร่) ส่วนที่เป็นพื้นดินมีเนื้อที่ 8,761 ตารางกิโลเมตร (5,475,625 ไร่) ส่วนที่เป็นพื้นผิวน้ำมีเนื้อที่ 1,046.04 ตารางกิโลเมตร (653,775 ไร่) พื้นที่โดยรวมครอบคลุมเนื้อที่ใน 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดสงขลา คือ อำเภอเมือง อำเภอหาดใหญ่ อำเภอสะเดา อำเภอรัตภูมิ อำเภอระโนด อำเภอสทิงพระ อำเภอควนเนียง อำเภอกระแสสินธุ์ อำเภอนาหม่อม อำเภอบางกล่ำ กิ่งอำเภอคลองหอยโข่ง จังหวัดพัทลุงทั้งจังหวัด และจังหวัดนครศรีธรรมราช 2 อำเภอ คือ อำเภอชะอวด และอำเภอหัวไทร (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สำนักวิจัยและพัฒนา, 2537)

1.2 อาณาเขต

อาณาเขตของพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาได้กำหนดตามแนวสันปันน้ำ ชายฝั่งทะเล และแนวขอบเขตการปกครอง มีดังต่อไปนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อ อำเภอปากพนัง อำเภอเชียรใหญ่ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช
ทิศใต้	ติดต่อ ประเทศมาเลเซีย
ทิศตะวันออก	ติดต่อ อำเภอจะนะ อำเภอเทพา จังหวัดสงขลาและอ่าวไทย
ทิศตะวันตก	มีแนวสันปันน้ำเทือกเขาบรรทัดเป็นเส้นแบ่งตั้งแต่ตอนเหนือในเขตจังหวัดพัทลุง ลงไปถึงตอนใต้จรดเขตชายแดนไทย - มาเลเซีย

(มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สำนักวิจัยและพัฒนา, 2537)

1.3 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศที่เด่นชัดบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา คือ เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติขนาดใหญ่ซึ่งมีทั้งแหล่งน้ำจืดและแหล่งน้ำกร่อย ตามสภาพลักษณะระบบนิเวศ ที่แตกต่างกันโดยธรรมชาติ สำหรับพื้นที่ผิวดินมีลักษณะภูมิประเทศ ดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ภูเขา (Hill) พบได้ 2 บริเวณ คือ ทางด้านตะวันตกของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นที่ตั้งของแนวเทือกเขาบรรทัดเป็นแนวเทือกเขาสูงวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ ตั้งแต่ตอนเหนือสุดของจังหวัดพัทลุงไปจรดชายแดนไทย-มาเลเซีย เทือกเขาแห่งนี้เป็นแหล่งต้นกำเนิดลำน้ำสายสำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เช่น คลองพรุพ้อ คลองท่าแค คลองหลง และคลองรัตภูมิ ส่วนด้านตะวันออกเฉียงใต้มีแนวเทือกเขาเตี้ยๆ อยู่ในเขตอำเภอเมือง ผ่านอำเภอจะนะ อำเภอเทพาและอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ไปจรดชายแดนไทย-มาเลเซีย

2. พื้นที่ราบลูกคลื่น (Rolling Plain) เป็นพื้นที่อยู่ถัดจากพื้นที่ภูเขา มีลักษณะภูมิประเทศเป็นเนินเขาเตี้ยๆ สลับด้วยที่ราบเริ่มตั้งแต่ตอนเหนือจังหวัดพัทลุงขนานไปกับแนวเทือกเขาบรรทัด ไปจนถึงด้านใต้บริเวณอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา

3. พื้นที่ราบ (Plain) เป็นพื้นที่มีอาณาบริเวณล้อมรอบทะเลสาบสงขลา พื้นที่ราบในบริเวณนี้เป็นที่ราบที่เกิดจากการทับถมของตะกอนจากลำน้ำต่างๆ ที่ไหลลงสู่ทะเลสาบ จนเกิดเป็นที่ราบขนาดใหญ่พบทางด้านตะวันตกและทางใต้ของทะเลสาบ

4. พื้นที่ราบชายฝั่งทะเลสาบ (Coastal Plain) เป็นพื้นที่ราบชายฝั่งที่เกิดจากการทับถมของตะกอนทะเล พบในบริเวณด้านเหนือและด้านตะวันออกของพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบบริเวณอำเภอเมือง อำเภอระโนด อำเภอสิงหนคร และอำเภอกระแสสินธุ์ จังหวัดสงขลา อำเภอหัวไทรจังหวัดนครศรีธรรมราช ดังนั้น ในบริเวณพื้นที่ราบและที่ราบชายฝั่งทะเลจึงกลายเป็นแหล่งที่ตั้งชุมชนและแหล่งผลิตการเกษตรที่สำคัญของประชาชนที่อยู่อาศัยอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สำนักวิจัยและพัฒนา, 2537)

1.4 ฤดูกาล

ฤดูกาลของจังหวัดสงขลา พิจารณาจากกระแสลมประจำท้องถิ่น แบ่งออกได้ 2 ฤดูกาล คือ

ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม ระยะนี้เป็นช่วงว่างของมรสุม หลังจากสิ้นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือแล้ว อากาศจะเริ่มร้อนและร้อนจัดที่

สุดในเดือนเมษายนแต่ไม่ร้อนนัก เนื่องจากอยู่ใกล้ทะเล กระแสลมและไอน้ำ ทำให้อากาศร้อนเบาบางลง

ฤดูฝน แบ่งได้ 2 ช่วง คือ ช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม ลักษณะฝนที่ตกจะเป็นฝนในช่วงบ่ายถึงค่ำ ในช่วงเช้าจะมีเมฆบางส่วนและจะก่อตัวทวีขึ้นในช่วงบ่าย ฝนที่ตกส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นฝนฟ้าคะนอง ซึ่งจะมีลมกรรโชกแรงเป็นครั้งคราวในขณะมีฝน ช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงกลางเดือนมกราคม ลักษณะของฝนจะเป็นฝนที่ตกไม่เลือกเวลา โดยมีโอกาสตกได้ตลอดไม่ว่าจะเป็นตอนเช้า ตอนเย็นหรือตอนกลางคืน และมักจะเป็นฝนที่ตกต่อเนื่องกันไปเป็นระยะเวลานานๆ ในบางครั้งฝนตกอาจนานถึง 2 วัน ดังนั้น ในหน้ามรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจังหวัดสงขลาจึงได้รับฝนมากในบางช่วง

1.5 ลักษณะภูมิอากาศ

อุณหภูมิ เนื่องจากสงขลาตั้งอยู่บนฝั่งทะเลด้านตะวันออกของภาคใต้ ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดจากมหาสมุทรอินเดีย และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่านอ่าวไทย ทำให้ได้รับไอน้ำและความชุ่มชื้นมาก อุณหภูมิเฉลี่ยจึงไม่สูงมากนัก ไม่ร้อนจัดในฤดูร้อนและอบอุ่นในช่วงฤดูฝนส่วนฤดูหนาวอากาศจะเย็นในบางครั้ง อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 27.7° ซ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 24.0° ซ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 31.4° ซ (กรมอุตุนิยมวิทยา, ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จังหวัดสงขลา, 2540)

ฝน ปริมาณฝนตกตลอดปีพ.ศ. 2538 เฉลี่ยประมาณ 1968.4 มิลลิเมตร ปริมาณฝนตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคม 2538 ซึ่งเป็นช่วงฤดูน้ำมากเฉลี่ยประมาณ 1831.7 มิลลิเมตร และปริมาณฝนตกตลอดปีพ.ศ. 2539 เฉลี่ยประมาณ 1913.4 มิลลิเมตร ปริมาณฝนตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน 2539 ซึ่งเป็นช่วงฤดูน้ำน้อยเฉลี่ยประมาณ 207.1 มิลลิเมตร (กรมอุตุนิยมวิทยา, ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จังหวัดสงขลา, 2540)

1.6 แหล่งน้ำธรรมชาติ

ทะเลสาบสงขลามีพื้นที่ผิวน้ำคิดเป็นเนื้อที่รวม 1,046.04 ตารางกิโลเมตร ทะเลสาบสงขลาประกอบด้วยแหล่งน้ำที่สำคัญ 3 ส่วน คือ ทะเลสาบตอนนอกมีเนื้อที่ 182.15 ตารางกิโลเมตร ทะเลหลวงตอนบนมีเนื้อที่ 836.73 ตารางกิโลเมตร และทะเลน้อย มีเนื้อที่ 27.16 ตารางกิโลเมตร ความลึกของน้ำในทะเลสาบเฉลี่ยประมาณ 1-2 เมตร แหล่งน้ำดังกล่าวแต่ละส่วนเชื่อมต่อกันโดยช่องแคบ และลำคลอง ส่วนทะเลสาบตอนนอก มีลักษณะเป็นทะเลเปิด มี

ทางออกสู่อ่าวไทยที่ปากทะเลสาบสงขลา น้ำของทะเลสาบในบริเวณนี้เป็นน้ำเค็ม ส่วนทะเลสาบตอนในเป็นน้ำกร่อย ทะเลน้อยจัดเป็นแหล่งน้ำจืดที่หลงเหลือเป็นแหล่งสุดท้ายในปัจจุบัน สภาพน้ำในทะเลสาบโดยทั่วไปมีลักษณะตื้นเขินมาก เนื่องจากบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบมีแหล่งน้ำลำคลองหลายสายที่ไหลลงสู่ทะเลสาบได้พัดพาตะกอนมาทับถมสืบเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินในบริเวณที่สูงของลุ่มน้ำ จนเป็นสาเหตุให้เกิดการกัดเซาะดินอย่างรุนแรง และปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่ทะเลสาบมีปริมาณลดลง เนื่องจากได้มีการเก็บกักน้ำตามโครงการชลประทานต่างๆ ในลำน้ำสาขาทำให้ปริมาณน้ำในทะเลสาบมีสภาพกร่อยไปจนถึงเค็มในช่วงฤดูแล้ง กอปรกับคุณภาพของน้ำในทะเลสาบมีคุณภาพลดลง เพราะได้มีการปล่อยของเสียทิ้งลงทะเลสาบ ไม่ว่าจะเป็นของเสียจากชุมชนบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม โรงแรม การเกษตรและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณรอบๆ ทะเลสาบ (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สำนักวิจัยและพัฒนา, 2537)

1.7 ลำน้ำสำคัญ ที่ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนนอก

คลองอู่ตะเภา ต้นน้ำเกิดจากเทือกเขาสันกะลาคีรี ในตำบลสำนักแต้ว อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ไหลผ่านอำเภอสะเดา อำเภอหาดใหญ่ ไปลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนนอก ยาวประมาณ 90 กิโลเมตร

คลองวาด ต้นน้ำกำเนิดจากทิวเขาตะนาวศรี ในอำเภอหาดใหญ่ ไหลลงสู่ทางตะวันออกเฉียงเหนือ ไปสู่คลองอู่ตะเภา ยาวประมาณ 37 กิโลเมตร

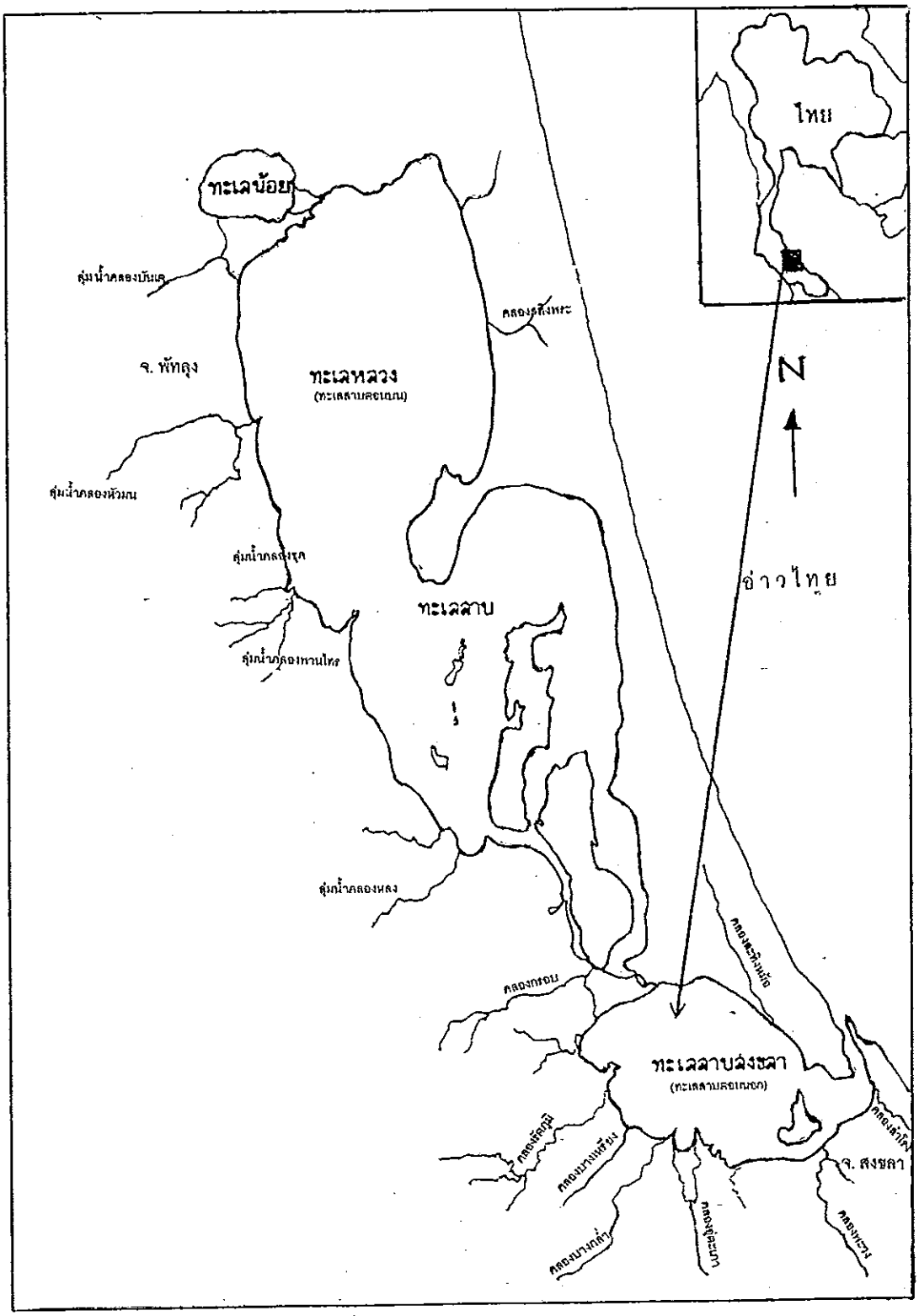
คลองรัตภูมิ ต้นน้ำเกิดจากทิวเขาตะนาวศรี ลำน้ำเขานครศรีธรรมราชตอนต้นไหลลงทางทิศเหนือ แล้วลงมาทางตะวันออกเฉียงเหนือ ผ่านอำเภอรัตภูมิ และไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนนอก

คลองต่ำ ต้นน้ำเกิดจากทิวเขาตะนาวศรี (เขาพระ) ไหลสู่คลองอู่ตะเภา

คลองพะวง คลองพะวงไหลผ่านชุมชนตำบลน้ำน้อย ตำบลควนหิน ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนนอก

คลองสำโรง ไหลผ่านทางตอนใต้ของอำเภอเมืองสงขลา ลงสู่ทะเลสาบสงขลาตอนนอก บริเวณบ้านท่าสะอ้าน อำเภอเมืองสงขลา ผ่านเขตชุมชนย่อยๆ หลายชุมชนและยังเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภท

ลักษณะพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 แสดงพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา

2. สารเคมีกำจัดศัตรูพืช

สารกำจัดศัตรูพืชตรงกับคำภาษาอังกฤษว่า "Pesticides" ซึ่งหมายถึงสารเคมี วัตถุมีพิษที่ได้มาจากธรรมชาติ หรือสารสังเคราะห์ที่มนุษย์นำมาใช้กำจัด ทำลาย ควบคุม และป้องกัน สิ่งมีชีวิตหลายชนิด ที่เป็นศัตรูมารบกวนชีวิตหรือเบียดเบียนความเป็นอยู่ของมนุษย์และสัตว์เลี้ยง สิ่งรบกวน (Pest) เหล่านั้น รวมทั้งเชื้อโรค ปราสิต สัตว์เล็กๆ แมลง วัชพืช ที่ไม่ต้องการและศัตรูพืชอื่นๆ (ไมตรี สุทธจิตต์, 2531)

สารกำจัดศัตรูพืชแบ่งได้ตามกลุ่มสารเคมีได้ ดังนี้

1. สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) เช่น พาราไธออน (Parathion) มาลาไธออน (Malathion) และไดอะซินอน (Diazinon) เป็นต้น

2. สารกลุ่มคาร์บาเมต (Carbamate) เช่น คาร์บาริล (Carbaryl) คาร์โบฟูราน (Carbofuran) และเซฟวิน (Sevin) เป็นต้น

3. สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) เช่น ดีดีที (DDT) ดีลดริน (Dieldrin) อัลดริน (Aldrin) เอ็นดริน (Endrin) คลอร์เดน (Chlordane) เป็นต้น

4. สารกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) สารกลุ่มนี้ได้แก่ ไซเปอร์เมทริน (Cypermethrin) แฟนวาเลอเรท (Fanvalerate) เป็นต้น

5. สารกลุ่มยับยั้งการลอกคราบ เป็นสารยับยั้งการลอกคราบของแมลงทำให้แมลงตายในที่สุด ได้แก่ ไดฟลูเบนซูรอน (Diflubenzuron) เป็นต้น

6. สารกลุ่มเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ เชื้อบาซิลลัส (Bacillus) และทูริงจินสีส (Turinginsis)

7. สารกลุ่มรมควันพิษ และสารกลุ่มอื่นๆ

(กรมวิชาการเกษตร, 2538)

3. สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน

สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน จัดอยู่ในประเภทสารอินทรีย์สังเคราะห์ ประกอบด้วยคาร์บอน คลอรีน ไฮโดรเจนและอาจมีออกซิเจนอยู่ด้วย โดยมีอะตอมของคาร์บอนต่อกันเป็นวงแหวน (ขวัญชัย สมบัติศิริ, 2528) สารกลุ่มนี้ละลายน้ำได้น้อยมากจนถือว่าไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ดีในไขมันและตัวทำละลายอินทรีย์ โดยทั่วไปจะเสถียรมากกล่าวคือ ไม่พบการ

สลายตัวง่ายๆ มีความคงทนในสิ่งแวดล้อมได้นานกว่าประเภทอื่นๆ นี่เป็นสาเหตุหนึ่งที่สารประเภทนี้ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ (พิมล เรียนวัฒนา และชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์, 2525)

จากข้อมูลการนำเข้า สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในด้านการเกษตร ในปีพ.ศ. 2536 พบว่ามีการนำเข้าสารกลุ่มนี้ 4 ชนิด คือ เอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) คลอร์เดน (Chlordane) อิมิโอลาโคลปิด (Imiolaclopid) และลินเดน (Lindane) โดยมีปริมาณรวม 444,288 กิโลกรัม มูลค่ารวม 88,857,457 บาท (กรมวิชาการเกษตร, 2537) ในปีพ.ศ. 2537 มีการนำเข้าสารกลุ่มนี้ 3 ชนิด คือ เอ็นโดซัลแฟน คลอร์เดน และลินเดน ปริมาณรวม 462,242 กิโลกรัม มูลค่ารวม 84,920,327 บาท (กรมวิชาการเกษตร, 2538) บีเอชซี (BHC) ห้ามนำเข้ามาใช้ในการเกษตรตั้งแต่ปีพ.ศ. 2523 เอ็นดริน ห้ามนำเข้ามาใช้ในการเกษตรตั้งแต่ปีพ.ศ. 2524 ดีดีที ห้ามใช้ในการเกษตรตั้งแต่ปีพ.ศ. 2526 แต่ยังคงใช้ทางสาธารณสุข ดีลดริน ห้ามนำเข้ามาใช้ในการเกษตรตั้งแต่ปีพ.ศ. 2531 อัลดริน ห้ามนำเข้ามาใช้ในการเกษตรตั้งแต่ปีพ.ศ. 2531 และเฮปตาคลอร์ (Heptachlor) ห้ามนำเข้ามาใช้ในการเกษตรตั้งแต่ปีพ.ศ. 2531 (กรมวิชาการเกษตร, 2537)

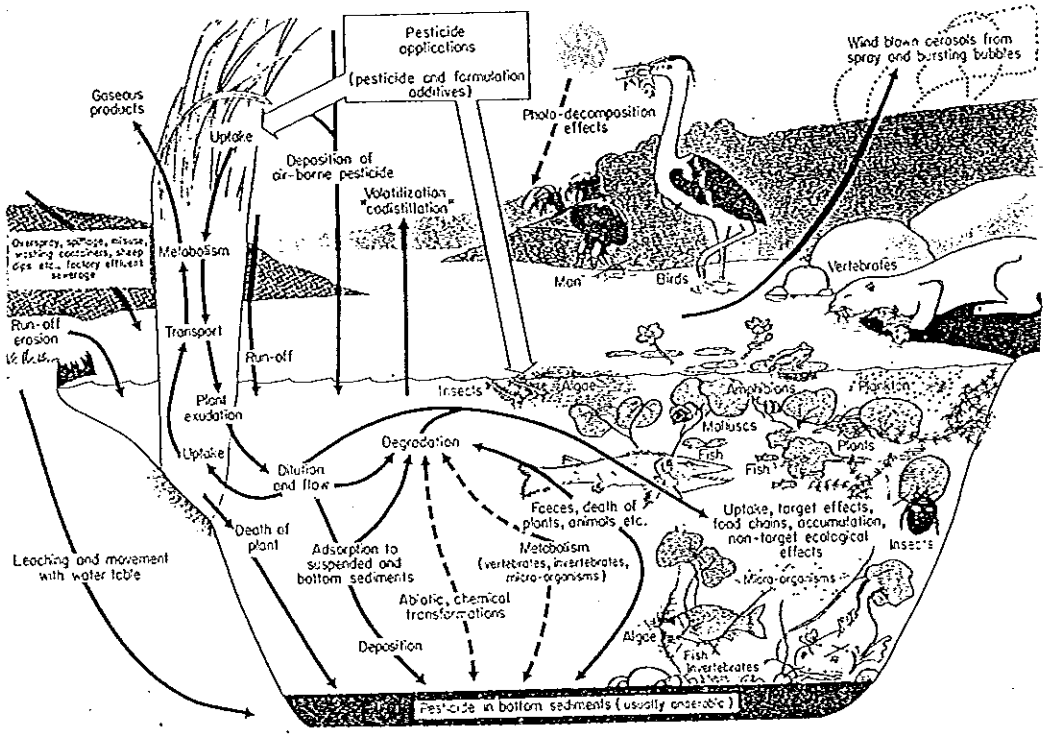
ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา มีการใช้สารเคมีเพื่อแก้ปัญหาศัตรูพืชอยู่ทุกอำเภอ โดยสัดส่วนการใช้อยู่ระหว่างร้อยละ 10-60 อำเภอเมืองสงขลามีเกษตรกรใช้มากที่สุดคือร้อยละ 60 รองลงมาได้แก่อำเภอควนขนุนจังหวัดพัทลุงใช้ร้อยละ 50 สารเคมีเพื่อกำจัดศัตรูพืชที่ใช้มากที่สุดได้แก่สารที่ใช้ในการกำจัดหนูซึ่งมีการใช้ถึงร้อยละ 39 ของปริมาณทั้งหมด รองลงมาคือสารเคมีกำจัดแมลง ซึ่งใช้อยู่ร้อยละ 32 (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สำนักวิจัยและพัฒนา, 2533)

สำหรับพื้นที่สามจังหวัดรอบทะเลสาบสงขลาคือ สงขลา พัทลุง และนครศรีธรรมราชนั้น กระทรวงสาธารณสุขยังมีความจำเป็นที่ต้องใช้ ดีดีที เพื่อป้องกันกำจัดพาหะของไข้มาเลเรียอยู่ ปริมาณการใช้ ดีดีที รวมในสามจังหวัดตั้งแต่ปีพ.ศ. 2535 ถึงปีพ.ศ. 2538 ประมาณ 23,759 18,025 11,996 และ 9,342 กิโลกรัม ตามลำดับ (กรมควบคุมโรคติดต่อ, ศูนย์มาเลเรียเขต 4 จังหวัดสงขลา, 2539) มีปริมาณการใช้ลดลงในแต่ละปี เพราะกระทรวงสาธารณสุขก็ได้ตระหนักถึงภัยอันตรายของสารดังกล่าวแต่ด้วยเหตุผลทางเศรษฐกิจจึงมีความจำเป็นที่ต้องใช้อยู่

4. การแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน

สภาวะแวดล้อมที่เคยเป็นธรรมชาติและสะอาดกำลังถูกสารกำจัดศัตรูพืชแปดเปื้อนมากขึ้นทุกวัน ทำให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆ อย่างต่อเนื่องมิรู้จบ บางทีอาจเป็นปัญหาที่ทำให้เกิดความเสียหายมากกว่าประโยชน์ที่จะได้รับเสียอีก (ไมตรี สุทธิจิตต์, 2531) โดยธรรมชาติแล้วไม่น่าจะพบวัตถุมีพิษในสิ่งแวดล้อมเพราะเป็นสารที่ถูกสังเคราะห์โดยมนุษย์ แต่ปัจจุบันนี้พบมากในสิ่งแวดล้อมทั่วไป ทั้งนี้เกิดจากการใช้สารวัตถุมีพิษในการเพิ่มผลผลิต กำจัดวัชพืช แมลง เชื้อรา บักเตรี และสัตว์ที่เป็นศัตรูพืช เมื่อฝนตกหรือการรดน้ำบำรุงดินเกิดขึ้น วัตถุมีพิษจะถูกชะล้างสู่แหล่งน้ำ มีมากในท้องที่ที่ทำการเกษตรกรรม โดยเฉพาะการทำสวนผักและสวนผลไม้บางแห่งพบมากถึง 4.62 ส่วนในพันล้านส่วน (ppb) มักเป็น ดีลดริน, ดีดีที และดีดีอี (DDE) (เกษม จันทร์แก้ว, 2530) สารพิษที่ใช้ในท้องไร่ท้องนานั้น ไม่ได้มีผลกระทบแต่เฉพาะตัวเกษตรกรผู้ใช้เองเท่านั้น หากแต่ประชาชนทั่วไปซึ่งเป็นผู้บริโภคพืชผัก ตลอดจนผลิตผลทางการเกษตรอื่นๆ ก็ไม่อาจรอดพ้นจากภัยคุกคามดังกล่าวนี้ไปได้ นอกจากนี้แล้วการใช้สารพิษอย่างขนาดใหญ่ของเกษตรกรยังก่อให้เกิดปัญหาพิษตกค้างในดิน น้ำ อากาศ และสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติโดยรวมอีกด้วย อย่างไรก็ตามวัตถุมีพิษที่เกิดจากการฉีดพ่นสามารถเคลื่อนย้ายไปตามทิศทางลมได้เป็นระยะทางไกลหลายพันไมล์จากแหล่งที่มีการใช้สารพิษ ดังนั้นวัตถุมีพิษจึงปะปนอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่างๆ ทั่วโลกแม้แต่บริเวณที่ไม่เคยใช้วัตถุมีพิษเลยก็ตาม (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530)

การแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืช กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสิ่งแวดล้อมนั้น จะพบว่าแหล่งน้ำมักเป็นแหล่งสุดท้ายของการรองรับสารกำจัดศัตรูพืชจากแหล่งต่างๆ จึงมีการตกค้างของสารเหล่านี้ในแหล่งน้ำธรรมชาติ วัตถุมีพิษเหล่านี้ ที่ละลายในไขมันจะแยกออกจากน้ำได้ดีเท่าๆ กับที่ถูกดูดซับบนอินทรีย์วัตถุ นอกจากนี้ยังเกิดการแลกเปลี่ยนสารตกค้างเหล่านี้ระหว่างในน้ำกับในดินตะกอน ซึ่งเป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ของน้ำ ความแรงของกระแสน้ำและอุณหภูมิหรืออาจถ่ายทอดไปสู่สิ่งมีชีวิตในน้ำหรืออาจจะกลับคืนสู่บรรยากาศโดยการระเหย (Edward. 1977) สารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศทางน้ำ ดังได้แสดงในภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 สารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศน้ำ

ที่มา : Hill and Wright (1978)

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สำนักวิจัยและพัฒนา (2533) ได้รายงานการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาในระหว่างเดือนกันยายน 2531 ถึงเมษายน 2532 ว่า ตรวจพบสารพิษตกค้างกลุ่ม ดีดีที ในเขตที่มีการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชมาก คือ ในเขตพื้นที่อำเภอระโนด อำเภอเมือง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา อำเภอเมืองและอำเภอเขาชัยสน จังหวัดพัทลุง โดยพบสาร โอโธพารา-ดีดีที และพาราพารา-ดีดีที ตกค้างอยู่ในตัวอย่างดินที่สำรวจคิดเป็นร้อยละ 38 และ 73 ตามลำดับ ในตัวอย่างพืชคิดเป็นร้อยละ 59 และ 75 ตามลำดับ ความเข้มข้นของสาร พาราพารา-ดีดีที ที่ตรวจพบในตัวอย่างดินและพืช มีค่าเฉลี่ย 0.71 และ 2.82 ppb ตามลำดับ โอโธพารา-ดีดีที ที่ตรวจพบในตัวอย่างดินและพืช มีค่าเฉลี่ย 0.27 และ 1.16 ppb ตามลำดับ สำหรับในเขตที่มีการใช้สารกำจัดศัตรูพืช

น้อย คือ ในเขตพื้นที่กิ่งอำเภอกระแสสินธุ์ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา อำเภอปากพะยูน และอำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง พบสาร โอโธพารา-ดีดีที และพาราพารา-ดีดีที ตกค้างในตัวอย่างดินที่สำรวจคิดเป็นร้อยละ 17 และ 66 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ย 0.06 และ 0.82 ppb ตามลำดับ ในด้านตัวอย่างพืชพบ โอโธพารา-ดีดีที และพาราพารา-ดีดีที ตกค้างอยู่โดยเฉลี่ย 0.47 และ 1.00 ppb ซึ่งยังมีค่าต่ำกว่าค่าความปลอดภัยของสารดีดีที ที่องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) กำหนดไว้เท่ากับ 70 ppb สำหรับผัก

Proespichaya Kanatharana, *et al.* (1994) รายงานการติดตามตรวจสอบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในทะเลสาบสงขลาในระหว่างเดือนกันยายน 2534 ถึงสิงหาคม 2535 พบปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน อยู่ในช่วง 0-0.5690 ส่วนในล้านส่วน (ppm) และการศึกษาครั้งนี้พบกลุ่มดีดีทีในปริมาณมากที่สุด และความเข้มข้นจะขึ้นอยู่กับฤดูกาลพบว่าในฤดูแล้งจะมีความเข้มข้นสูงกว่าในฤดูฝน

สมพร บุญวรรณโน (2535) ศึกษาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่ตกค้างในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกระหว่างเดือนกันยายน 2534 ถึง กุมภาพันธ์ 2535 พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.5 ถึง 67.1 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยพบ โอโธพารา-ดีดีดี โอโธพารา-ดีดีอี พาราพารา-ดีดีที พาราพารา-ดีดีอี พาราพารา-ดีดีอี อัลดริน เฮปตาคลอร์ อีพอกไซด์ ดีลดริน และเฮปตาคลอร์ 67.1 29.5 20.0 8.6 8.4 6.3 6.1 4.6 และ 3.5 ไมโครกรัมต่อลิตร และปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชที่วิเคราะห์ได้ มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ และค่าเฉลี่ยของปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชแต่ละจุด พบว่าบริเวณ จุดเก็บตัวอย่างที่มีกิจกรรมต่างๆ มาก เช่น การเกษตร โรงงานอุตสาหกรรม และชุมชนจะมีปริมาณของสารกำจัดศัตรูพืชสูง

บุญเสริม เช่งล่าย (2540) ศึกษาสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ตกค้างในน้ำและดินตะกอนบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2538 ถึงเมษายน 2539 พบปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในน้ำอยู่ในช่วง ND-59.37 นาโนกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ย 12.56 นาโนกรัมต่อลิตร ในดินตะกอน พบมีค่าอยู่ในช่วง ND-282.72 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ย 22.92 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม กลุ่มเอชซีเอชและกลุ่มดีดีทีเป็นกลุ่มที่พบบ่อยและมีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นทั้งในตัวอย่างน้ำและดินตะกอน กลุ่มเอชซีเอชพบอนุพันธ์แกมมา-เอชซีเอช มากที่สุด และกลุ่มดีดีทีพบอนุพันธ์พาราพารา-ดีดีที มากที่สุด

5. ความคงทนของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสิ่งแวดล้อม

ความคงทนของสารกำจัดศัตรูพืช หมายถึง ระยะเวลาที่สารกำจัดศัตรูพืชสลายตัวได้อย่างน้อยที่สุด 95 เปอร์เซนต์ ภายใต้สภาวะแวดล้อมและอัตราการใช้ปกติและการสลายตัวจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์โดยกระบวนการทางเคมีหรือกระบวนการทางชีววิทยา สารเคมีที่ไม่คงทนยังคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้ในระยะเวลา 1-2 สัปดาห์ สารเคมี ที่มีความคงทนปานกลางสามารถอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน 1-18 เดือน และสารเคมีที่มีความคงทนสามารถอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานถึง 42 ปี หรือนานกว่านั้น สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน จัดเป็นสารประกอบที่มีความคงทนในสิ่งแวดล้อม (Stoker and Seager, 1976)

Edwards (1976) กล่าวว่า ความคงทนของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งคือครึ่งชีวิตของสารกำจัดศัตรูพืช (Hafe Life) จากการศึกษาความคงทนของสารกลุ่มนี้ในดินพบว่า ดีลดริน มีครึ่งชีวิต 2.5 ปี เอ็นดริน มีครึ่งชีวิต 2.2 ปี เป็นต้น สารที่มีครึ่งชีวิตยาวจะสลายตัวช้ากว่าสารที่มีครึ่งชีวิตสั้น สำหรับความคงทนของสารกลุ่มนี้ ดีดีที มีความคงทนในดินมากที่สุดรองลงมาคือ ดีลดริน เอ็นดริน ลินเดน คลอร์เดน เฮปตาคลอร์ และอัลดริน ตามลำดับ ส่วนการสลายตัว ดีดีที สลายตัว 95 % ในเวลา 4-30 ปี และที่เหลือใช้เวลาสลายตัว 75-100 % ในเวลา 4 ปี ดีลดริน สลายตัว 95 % ในเวลา 5-25 ปี และที่เหลือใช้เวลาสลายตัว 75-100 % ในเวลา 3 ปี ความคงทนของสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนนั้น นอกจากจะขึ้นกับปัจจัยที่กล่าวมาแล้วยังขึ้นกับคุณสมบัติทางเคมีของสาร ได้แก่ ความสามารถในการสลาย ความเข้มข้น สูตรเคมี และความสามารถในการระเหย ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อความคงทนของสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนได้แก่ อุณหภูมิซึ่งมีผลต่อการสลายตัวทางเคมีและการสลายตัวโดยจุลินทรีย์ในดิน โดยอุณหภูมิที่ต่ำลงจะทำให้การสลายตัวน้อยลง

6. การตกค้างและการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสิ่งมีชีวิต

การตกค้างสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในแหล่งน้ำก่อให้เกิดผลกระทบในทางลบต่อสิ่งแวดล้อม Edwards (1977) กล่าวว่าสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนเป็นกลุ่มที่มีความคงทนมากที่สุดในระบบนิเวศน้ำ เมื่อมีการปนเปื้อนในระบบนิเวศน้ำ สารที่ตกค้างก็จะเคลื่อนย้ายไปยังองค์ประกอบอื่นๆ ในระบบนิเวศต่อไป

Duke (1977) กล่าวว่า พืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำที่มีการปนเปื้อนสารฆ่าแมลง สามารถจะรับสารฆ่าแมลงเพิ่มขึ้นจากแหล่งน้ำที่อาศัยอยู่ และจากการถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหาร และตามระดับชั้นอาหาร (Tropic Level) ที่สูงขึ้น

Szokoley, *et al.* (1977) รายงานผลการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของวัตถุมีพิษที่ใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในอาหารมาสู่คนในปีค.ศ.1971-1974 พบว่า การเคลื่อนย้ายสารตกค้างของ ดีดีทีแตกต่างจากบีเอชซี คือ ดีดีที มีการสะสมในน้ำนมมนุษย์เป็นส่วนมากและสะสมในส่วนที่เป็นไขมันมากกว่าในส่วนที่เป็นน้ำ ส่วนบีเอชซีมีการสะสมในผลิตภัณฑ์จากสัตว์และมีการสะสมในไขมันมนุษย์คล้ายคลึงกับในน้ำนม และเอชซีบี มีการปนเปื้อนในปลาที่กินเนื้อ, เนย และไขมันมนุษย์

ดีดีที จะละลายน้ำได้น้อย คือ 0.02 ppm แต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายสารอินทรีย์ ดังนั้น ดีดีที จึงสะสมอยู่ในไขมันของสิ่งมีชีวิต เช่น แพลงก์ตอน และจุลินทรีย์ต่างๆ หลังจากนั้นปลาที่กินอาหารที่มีสาร ดีดีที ที่ตกค้างสะสมเข้าไปมากๆ ชั่วชีวิตของปลานั้นจะมีสารตกค้าง ดีดีที สะสมอยู่เป็นทวีคูณ (Biological Magnification) จากรายงานพบว่าในน้ำแห่งหนึ่งอาจมีปริมาณดีดีที 0.01 ppm แต่ในปลาที่กินแพลงก์ตอนเป็นอาหารพบว่ามี ดีดีที 2-3 ppm และในนกกินปลาเป็นอาหารตรวจพบมีดีดีทีถึง 100 ppm (สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และเทียนชัย ธงสินธุศักดิ์, 2522) และดีดีทีสามารถตกค้างไปไกลถึงมหาสมุทรแอตแลนติกและมหาสมุทรอาร์คติค จากรายงานการสำรวจระหว่างปีค.ศ. 1966-1973 พบว่า ดีดีที สะสมอยู่ในไขมันปลาวาฬ (White whale) ในมหาสมุทรอาร์คติค ประเทศแคนนาดาเฉลี่ย 2.25 ppm และในไขมันแมวน้ำ (Weddell seal) ที่มีอยู่ในมหาสมุทรแอนตาร์คติค 0.06 ppm (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (2537) ได้รายงานว่า ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2526 เป็นต้นมายุโรปและอเมริกาเหนือได้ใช้หอยแมลงภู่เพื่อติดตามตรวจสอบมลพิษในโครงการ Mussel Watch Programme ทั้งนี้เนื่องจากหอยแมลงภู่เป็นสัตว์น้ำที่เกาะอยู่กับที่และกินแพลงก์ตอนที่กรองได้จากน้ำทะเลจึงสามารถใช้หอยแมลงภู่เป็นตัวบ่งชี้เกี่ยวกับมลพิษในแหล่งน้ำนั้นได้ สำหรับในประเทศไทย Siriwong, *et al.* (1991) ได้ศึกษาการตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหอยแมลงภู่จากอ่าวไทยตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงสิงหาคม 2532 พบว่า ดีดีทีรวม อัลดริน และดีลดริล มีปริมาณสูงกว่าสารตัวอื่นและไม่พบการตกค้างของเฮปตาคลอร์ เฮปตาคลอร์ อีพอกไซด์ เอ็นดริน เบต้า-บีเอชซี และแอลฟา-บีเอชซี แต่ปริมาณที่ตรวจพบอยู่ใน

ระดับที่ต่ำกว่ามาตรฐานที่กำหนดให้มีได้ในสัตว์น้ำของกระทรวงสาธารณสุข นอกจากนี้ยังมีผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสิ่งมีชีวิตต่างๆ มากมายทั้งในประเทศและต่างประเทศ คือ

กอบทอง ธูปหอม และคณะ (2527) ได้ทำการศึกษาภาวะมลพิษของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชประเภทสารประกอบคลอรีน และ พีซีบีรวม ในบริเวณที่เลี้ยงหอย ฝั่งตะวันออกของอ่าวไทยตอนบนเขตจังหวัดฉะเชิงเทราตั้งแต่ปีพ.ศ. 2525 ถึง 2526 โดยวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในหอย 3 ชนิด คือหอยแมลงภู่ หอยนางรม หอยแครง และในน้ำ ผลการศึกษาพบว่ามีการตกค้างของ ดีดีที บีเอชซี เอ็นดริน และลินเดน ในตัวอย่างหอย ส่วนในน้ำพบการตกค้างของดีดีทีเท่านั้น ปริมาณการตกค้างสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทุกประเภทมีระดับต่ำกว่า 0.01 ppm ไม่พบการตกค้างของ เฮปตาคลอร์ อัลดริน คลอร์เดน เอ็นโดซัลแฟน และสารพีซีบี

ประภัสสรา พิมพ์พันธ์, จันทร์ทิพย์ ธำรงศรีสกุล และนวลศรี ทยาพัชร, (2537) ได้ศึกษาการสะสมและถ่ายทอดสารพิษผ่านห่วงโซ่อาหารในแหล่งน้ำโดยศึกษาชนิดและปริมาณของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ตกค้างสะสมในน้ำ ตะกอนดิน พืชน้ำ และสัตว์น้ำ จากแหล่งน้ำจืดธรรมชาติขนาดใหญ่ 3 แห่ง คือ บึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ หนองหาร จังหวัดสกลนคร กว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา ทำการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง ในช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน 2532 พบสารฆ่าแมลงตกค้างในน้ำ ตะกอนดิน พืชน้ำ และสัตว์น้ำ ในชนิดและปริมาณที่แตกต่างกันออกไป สารที่พบมากและพบในปริมาณสูงกว่าชนิดอื่นๆ ได้แก่ ลินเดน เฮปตาคลอร์ อัลดริน ดีลดริน ดีดีที และอนุพันธ์ของดีดีที สารฆ่าแมลง ที่พบในทุกตัวอย่างและมีปริมาณความเข้มข้นสูงกว่าชนิดอื่นๆ คือ ดีลดริน ซึ่งพบปนเปื้อนอยู่ในน้ำอยู่ในช่วงตั้งแต่น้อยกว่า 0.01 ถึง 0.12 ppb ส่วนในตะกอนดินพบอยู่ในช่วง 0.005 ถึง 0.036 ppb สำหรับพืชน้ำและสัตว์น้ำพบ ดีลดริน ตกค้างและสะสมอยู่ในช่วงน้อยกว่า 0.001 ถึง 0.138 ppm และน้อยกว่า 0.001 ถึง 0.037 ppm ตามลำดับ

ธรรมนูญ เพชรยศ (2526) ได้ทำการศึกษาชนิดและปริมาณของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ตกค้างในปลาตีนและปูแสม ในบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกปีพ.ศ. 2525 พบ ทีดีอี เอ็นดริน ดีดีอี ดีลดริน ดีดีที อัลดริน และเฮปตาคลอร์ ในปลาตีน มีปริมาณตั้งแต่ 0.04 ถึง 9.57 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในปูแสมพบ ดีดีอี ดีลดริน ทีดีอี ดีดีที เอ็นดริน อัลดริน เฮปตาคลอร์ โอโธพารา-ดีดีที และแอลฟา-บีเอชซี ในปริมาณตั้งแต่ 2.86 ถึง 14.83 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

อมรา วงศ์พุทธพิทักษ์ และคณะ (2521) ได้ทำการวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของสารเคมีกำจัดแมลงประเภทสารประกอบคลอรีนในปลาและสัตว์อื่นๆ จากบริเวณอ่าวไทยตั้งแต่ พ.ศ. 2516 ถึง 2520 รวมทั้งสิ้น 610 ตัวอย่าง ตรวจพบว่ามี ดีดีที ใน 355 ตัวอย่าง (58.2%) ปริมาณสูงสุดที่พบ 0.99 ppm อย่างไรก็ดีปริมาณที่พบเห็น 0.1 ppm มีเพียงใน 41 ตัวอย่าง (6.7%) นอกจากนี้ยังพบ ดีลดริน และบีเอชซี ในตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 7.8 และ 1.8 ตามลำดับ

Office of the National Environment Board. (1988) ได้ศึกษาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในปลาจากแม่น้ำโขงตอนล่าง (แม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงในประเทศไทย) ในช่วงเดือนมิถุนายน 2531 มีการตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืช 13 ชนิดจากการศึกษาสารดังกล่าว 16 ชนิด และพบว่ามีสารกำจัดศัตรูพืชอย่างน้อย 1 ชนิดที่มีการตรวจพบในเนื้อเยื่อทุกตัวอย่างปลาที่ทำการศึกษา สารที่ตรวจพบส่วนใหญ่จะเป็น ดีลดริน และดีดีทีรวม ความเข้มข้น 8.0 ppb และ 50 ppb ตามลำดับ

Somers, *et al.* (1993) ได้ศึกษาการสะสมของสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในไข่นกกาน้ำในประเทศแคนาดาในช่วงเดือนสิงหาคม 2534 ถึง มกราคม 2535 ตรวจพบ ดีดีอี และพีซีบีรวม มีความเข้มข้น 3.90 และ 2.2 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

Metta Penpolcharoen (1994) ได้ศึกษาการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในไข่นกน้ำ 2 ชนิด จากบริเวณทะเลสาบสงขลา ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงธันวาคม 2536 พบสารออร์กาโนคลอรีนตกค้างในไข่นกเป็ดผีเล็กอยู่ในช่วง 170.12 ถึง 4918.00 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมไขมัน และในไข่นกกระยางหัวดำอยู่ในช่วง 952.01 ถึง 2071.16 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมไขมัน

Tanabe, *et al.* (1984) ศึกษาปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในระบบนิเวศทางทะเลบริเวณ Western North Pacific พบว่าระดับความเข้มข้นของ ดีดีทีรวม เอชซีเอชรวม จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามลำดับของผู้ล่า โดยพบกลุ่มดีดีทีในน้ำ (Surface Seawater) มีค่าเฉลี่ย 0.14 นาโนกรัมต่อลิตร ในแพลงก์ตอนสัตว์ ในปลาหมึก และในปลาโลมา มีค่าเฉลี่ย 1.7 22 และ 5,200 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และกลุ่มเอชซีเอชพบในน้ำ มีค่าเฉลี่ย 2.1 นาโนกรัมต่อลิตร ในแพลงก์ตอนสัตว์ ในปลาหมึก และในปลาโลมา มีค่าเฉลี่ย 0.26 1.1 และ 77 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ผลการศึกษาค้นคว้าจากรายงานและเอกสารต่างๆ ดังกล่าวมานี้ย่อม แสดงให้เห็นว่าสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนมีการตกค้างในแหล่งน้ำก่อให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพน้ำ

ในแหล่งน้ำธรรมชาติ ส่งผลกระทบต่อชนิด ปริมาณ สัดส่วนและการกระจายขององค์ประกอบต่างๆ ภายในระบบนิเวศให้เปลี่ยนไปด้วย เช่น นก ปลา และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ลดจำนวนลง ฉะนั้น การศึกษาชนิดและปริมาณของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำ เป็นสิ่งที่ควรกระทำเนื่องจากสารกลุ่มนี้เมื่ออยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติแล้วสามารถถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหารได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาชนิดและปริมาณของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำ บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก
2. เพื่อศึกษาความแตกต่างของปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำ ของสองช่วงฤดูกาล คือ ฤดูฝนและฤดูแล้ง
3. เพื่อประเมินปริมาณออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำ ในทะเลสาบสงขลาตอนนอก ว่าปลอดภัยต่อผู้บริโภคหรือไม่

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ทำให้ทราบถึงมลภาวะหรือสถานการณ์การปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ตกค้างในสัตว์น้ำ ซึ่งเป็นการตรวจติดตามมลพิษทางน้ำในบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกได้
2. เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเตือนภัยอันตรายแก่ผู้บริโภคสัตว์น้ำ ที่มีการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืช
3. เป็นข้อมูลพื้นฐานในการป้องกันและควบคุมแหล่งที่เป็นสาเหตุของมลพิษ เพื่อเป็นการกำหนดเงื่อนไขการอนุรักษ์ทรัพยากรร่วมทางธรรมชาติของทะเลสาบให้คงอยู่ยั่งยืน
4. เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการจัดการทางด้านสารพิษ บริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาได้

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

1. สารเคมี

1.1 อะซีโตน ชนิด เออาร์เกรด (Acetone, AR grade) นำมากลั่นใหม่ โดยใช้เครื่องกลั่น ที่เป็นเครื่องแก้วทั้งหมด (วิธีกลั่นสารเคมีดังภาคผนวก)

1.2 นอร์มัล-เฮกเซน ชนิดเออาร์เกรด (N-hexane, AR grade) นำมากลั่นใหม่ โดยใช้เครื่องกลั่นที่เป็นเครื่องแก้วทั้งหมด

1.3 ไดเอทธิล อีเธอร์ ชนิดเออาร์เกรด (Diethyl Ether, AR grade)

1.4 โซเดียมคลอไรด์ ชนิดเออาร์เกรด (Sodiumchloride , AR grade)

1.5 โซเดียมซัลเฟตแบบเม็ดชนิดเออาร์เกรด (Sodium Sulphate Granulated Anhydrous, AR grade)

1.6 กรดออร์โธฟอสฟอริก ชนิดเออาร์เกรด (Orthophosphoric acid, AR grade)

1.7 ฟลอริซิล ชนิดเออาร์เกรด (Florisil ,AR grade)

1.8 อะซีโตไนไตร ชนิดเออาร์เกรด (Acetonitrile, AR grade)

1.9 สารละลายออร์กาโนคลอรีนมาตรฐาน (Gasukuro Kogyo Inc. Japan)

2. เครื่องมือและอุปกรณ์

2.1 อุปกรณ์ต่างๆ สำหรับเก็บและเตรียมตัวอย่างเช่น ถังแช่เย็น, มีด, เขียง ฯลฯ

2.2 เครื่องชั่ง

2.3 เครื่องลดปริมาตร (Rotary Evaporator)

2.4 เครื่องเขย่ากรวยแยก (Funnel Shaker)

2.5 เครื่องปั่นทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenizer)

2.6 เครื่องเหวี่ยงแยกชั้นสารละลาย (Centrifuge)

2.7 กรวยแยก (Separatory Funnel)

2.8 คอลัมน์แก้ว (Column) และใยแก้ว (Glass wool)

2.9 เครื่องแก้วชนิดต่างๆ สำหรับการวิเคราะห์

2.10 เข็มฉีดขนาดเล็ก (Micro Syringe) ขนาด 10 ไมโครลิตร

2.11 เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ (Gas Chromatograph,GC) ยี่ห้อ SHIMADZU 14 A พร้อมด้วยเครื่องประมวลผล (Chromatopac RC 4A) ของประเทศญี่ปุ่น โดยมีสภาพการใช้งานของ GC คือ

เครื่องตรวจวัด (Detector) : Electron Capture Detector (ECD), ^{63}Ni

คอลัมน์ (Column) : Capillary Column ยี่ห้อ Restek สภาพ 1.5 μM Rtx-5 (Fused Silica), 30 m, 0.53 mm. ID

อุณหภูมิ (Temperature) : Injector 250° C Detector 300° C Column 205° C (Isothemal)

แก๊สพา (Carrier gas) : แก๊สไฮโดรเจนบริสุทธิ์ (H_2) อัตราเร็ว 26 ml/min. ความดัน 1.4 Kg/cm^2

Make up gas : แก๊สไนโตรเจน (N_2-OFN) อัตราเร็ว 50 ml/min. ความดัน 0.4 Kg/cm^2

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

ศึกษาจากข้อมูลในเอกสารวิชาการต่างๆ เกี่ยวกับสภาพพื้นที่ ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และการนำเข้า จากหน่วยงานราชการต่างๆ เช่น สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่12 (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคใต้เดิม) สำนักงานเกษตรจังหวัดสงขลา ศูนย์มาเลเรียเขต 4 จังหวัดสงขลา ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออกจังหวัดสงขลา และออกสำรวจสภาพทั่วไปของทะเลสาบสงขลาและกิจกรรมต่างๆ ที่มีการใช้สารกำจัดศัตรูพืช ตลอดจนสำรวจชนิดของสัตว์น้ำที่จับได้จากทะเลสาบสงขลาตอนนอก เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการปฏิบัติงาน การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง และกำหนดชนิดของสัตว์น้ำ

3.2 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างจากบริเวณท่าขึ้นสัตว์น้ำ 3 แห่ง ของทะเลสาบสงขลาตอนนอก โดยทำการเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำจากชาวประมงที่ออกทำการประมงตามปกติ บริเวณท่าขึ้นสัตว์น้ำ 3 แห่ง คือ

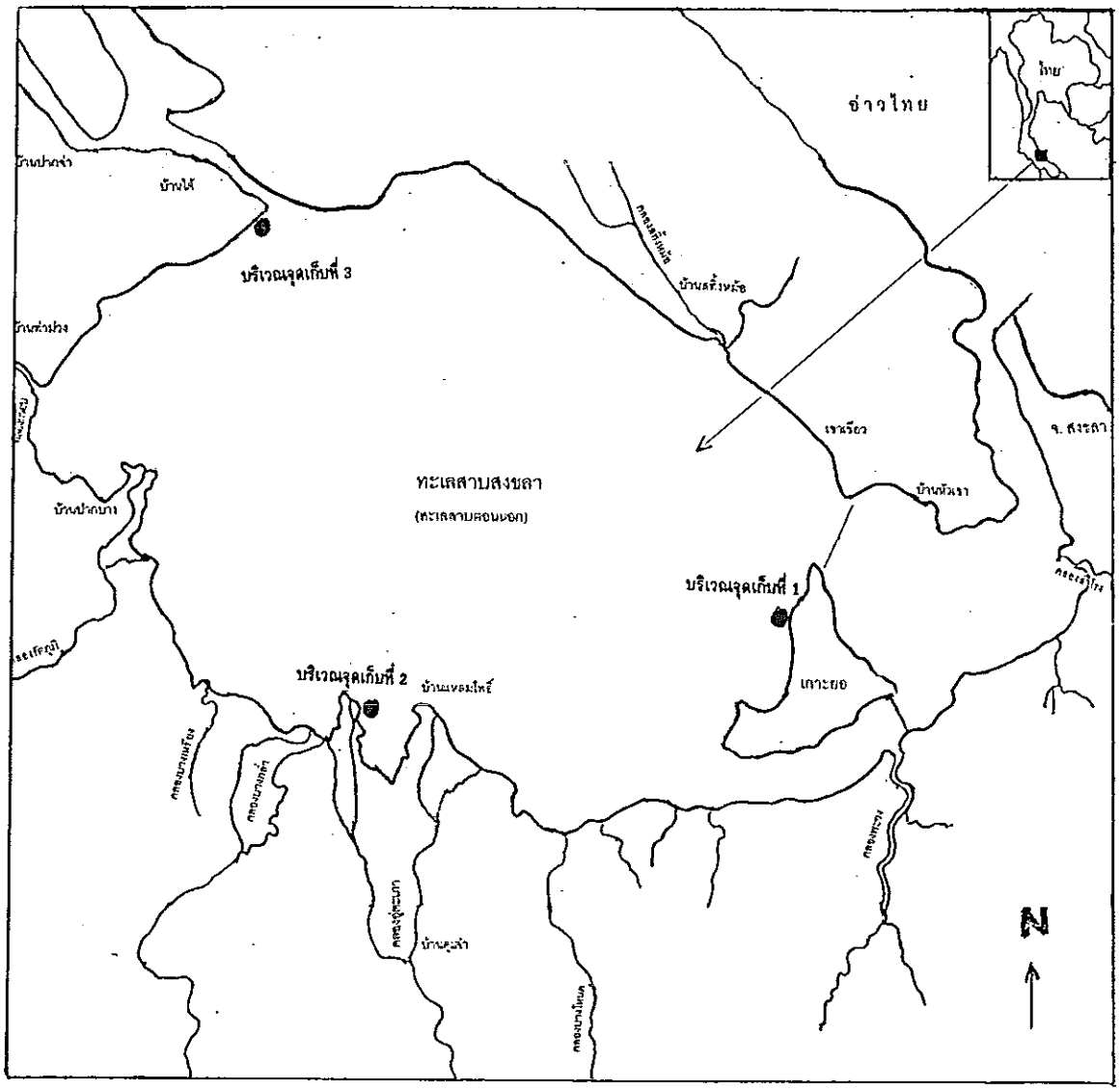
จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณท่าขึ้นสัตว์น้ำเกาะยอ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณท่าขึ้นสัตว์น้ำดูเต่า อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

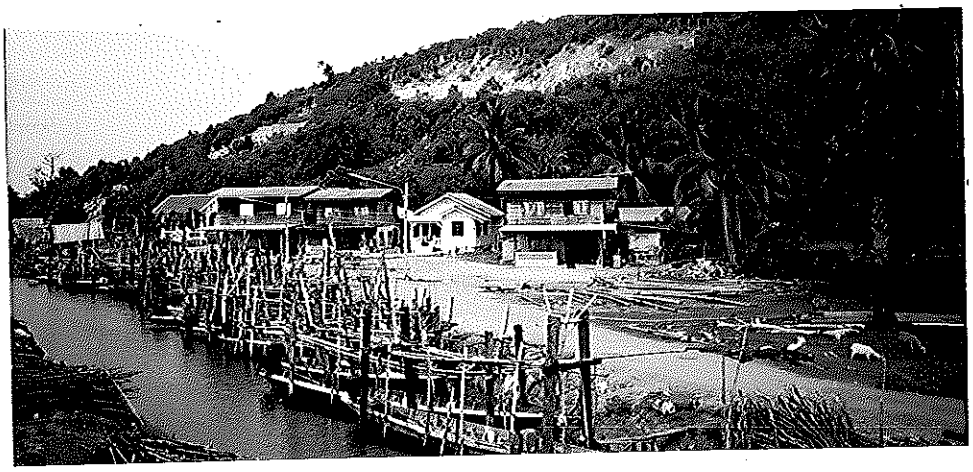
จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณท่าขึ้นสัตว์น้ำปากจ่า อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา

ฝ่ายหอสมุด
คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร

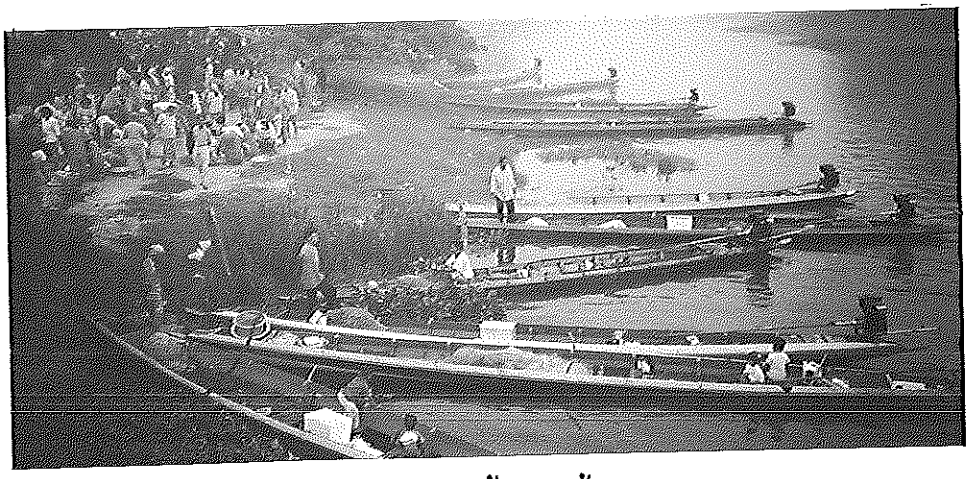
จุดเก็บตัวอย่างและสภาพทั่วไปบริเวณจุดเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำ บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ดังแสดงในภาพประกอบ 3 และ 4



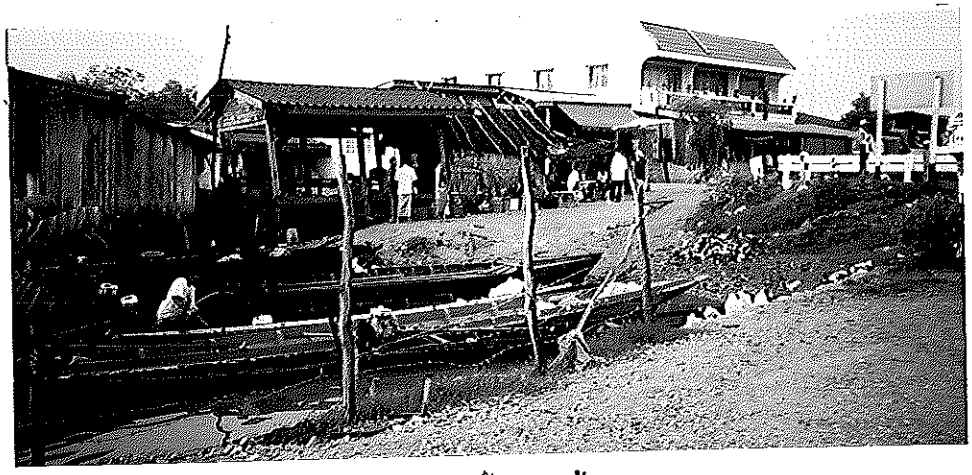
ภาพประกอบ 3 แสดงจุดเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก



(ก) บริเวณท่าขึ้นสัตว์น้ำเกาะยอ



(ข) บริเวณท่าขึ้นสัตว์น้ำดูเต่า



(ค) บริเวณท่าขึ้นสัตว์น้ำปากจ่า

ภาพประกอบ 4 ลักษณะทั่วไปของจุดเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำ บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก

3.3 ชนิดของสัตว์น้ำที่ใช้ในการวิจัย

จะพิจารณาสัตว์น้ำที่มีการนำมาบริโภคและมีปริมาณมากพอในธรรมชาติ เป็นสัตว์น้ำที่อยู่ประจำถิ่น และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สัตว์น้ำที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

สัตว์น้ำประเภทกินพืชเป็นอาหาร คือ	ปลาโคบ	*Nematalosa nasus*
	ปลากระบอก	*Liza subviridis*
สัตว์น้ำประเภทกินสัตว์เป็นอาหาร คือ	ปลาตะกรับ	*Scatophagus argus*
	ปลาแป้น	*Leiognathus brevirostris*
	ปลากดขี้ลิง	*Arius sagor*
	กุ้งหัวแข็ง	*Metapenaeus monoceros*

ชื่อสามัญและชื่อวิทยาศาสตร์ของสัตว์น้ำตาม สิริ ทุกข์วินาศ ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ และชวัญชัย อยู่เป็นสุข (2528) ชนิดสัตว์น้ำที่ใช้ในการวิจัย ดังแสดงในภาพประกอบ 5

3.4 ระยะเวลาในการจัดเก็บตัวอย่าง

จากการพิจารณาข้อมูลตามลักษณะพื้นที่ของทะเลสาบ และฤดูกาล ของจังหวัดสงขลา จึงได้กำหนดระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ

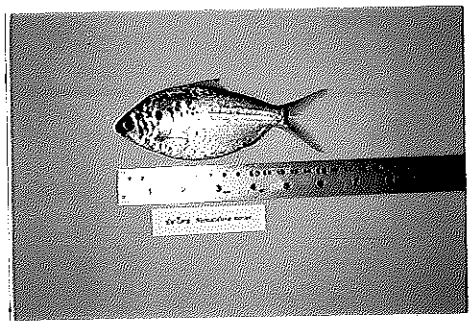
- ช่วงฤดูฝน : เดือน พฤศจิกายน 2538 และ เดือน ธันวาคม 2538 อยู่ในช่วงฤดูน้ำมาก ตรงกับมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดสงขลา

- ช่วงฤดูแล้ง : เดือน มีนาคม 2539 และ เดือน เมษายน 2539 อยู่ในช่วงฤดูน้ำน้อยของจังหวัดสงขลา

3.5 การเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำ

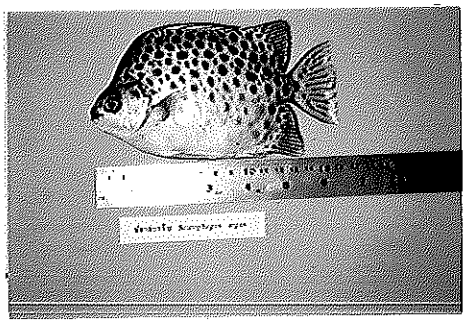
ก. ทำการเก็บตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยการซื้อสัตว์น้ำจากชาวประมงที่ออกทำการประมงในทะเลสาบสงขลาตอนนอก

ข. วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่างสัตว์น้ำดำเนินการตามวิธีของคณะอนุกรรมการแก้ไขปัญหาการวิเคราะห์สารเป็นพิษ คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมเรื่องสารพิษ (2530) โดยเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำขนาดเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน เป็นสัตว์น้ำโตเต็มวัย ที่มีการนำมาใช้บริโภค และปริมาณตัวอย่างสัตว์น้ำแต่ละชนิดที่นำมาศึกษาต้องให้เป็นตัวแทนทางสถิติ โดยถือหลัก คือ ชนิดปลาที่มีขนาดเล็กกว่า 20 เซนติเมตร เก็บไม่น้อยกว่า 10 ตัว ต่อหนึ่งตัวอย่าง ชนิดปลาที่มีขนาดระหว่าง 20-60 เซนติเมตร เก็บไม่น้อยกว่า 5 ตัว ต่อหนึ่งตัวอย่าง นำสัตว์น้ำใส่ถุงพลาสติกแล้วไล่อากาศออกม้วนปากถุงให้แน่นนำถุงที่ใส่สัตว์น้ำทั้งหมดใส่รวมกันในถุงพลาสติกใบใหญ่ นำใส่ภาชนะบรรจุโดยการแช่เย็น และทำการวิเคราะห์ทันทีเมื่อถึงห้องปฏิบัติการ

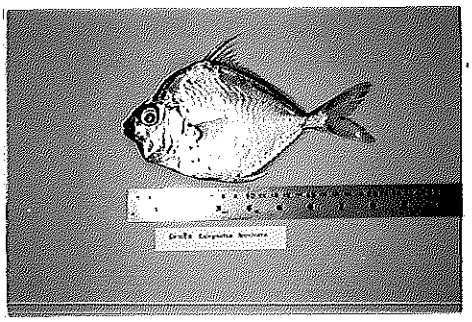


(1) ปลาโคบ (*Nematalosa nasus*)

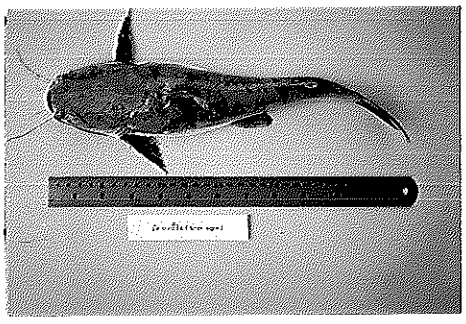
(2) ปลากระบอก (*Liza subviridis*)



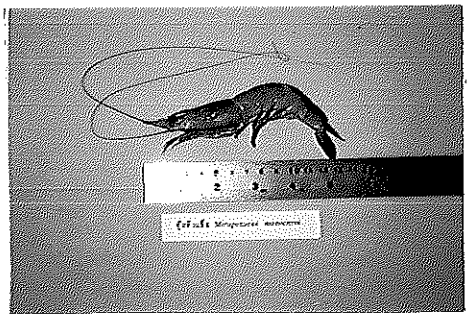
(3) ปลาตะกรับ (*Scatophagus argus*)



(4) ปลาแป้น (*Leiognathus brevirostris*)



(5) ปลากดขี้ลิง (*Arius sagor*)

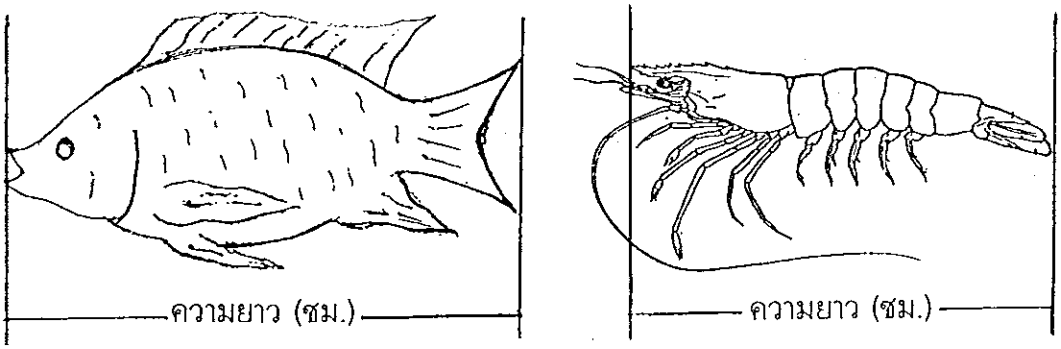


(6) กุ้งหัวแข็ง (*Metapenaeus monoceros*)

ภาพประกอบ 5 แสดงชนิดของสัตว์น้ำที่ใช้ในการวิจัย

3.6 การวัดขนาดความยาวและน้ำหนักของสัตว์น้ำ

ตัวอย่างปลาและกุ้งแต่ละชนิด เลือกขนาดที่ใกล้เคียงกัน วัดความยาวด้วยวิธีวัดหาความยาวทั้งสิ้น (Total Length) (ธำรงค์ อมรสกุล, 2533) โดยตัวอย่างปลาแต่ละตัววัดความยาวตั้งแต่จงอยปากจนสุดปลายครีบหางและชั่งน้ำหนัก เฉลี่ยค่าความยาวและน้ำหนักต่อหนึ่งตัวอย่าง ในตัวอย่างกุ้งแต่ละตัววัดความยาวตั้งแต่ปลายของกรีจนสุดปลายส่วนแพนหาง และชั่งน้ำหนัก เฉลี่ยค่าความยาวและน้ำหนักต่อหนึ่งตัวอย่าง ดังแสดงในภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 แสดงการวัดขนาดความยาวตัวอย่างปลาและกุ้ง

3.7 ชนิดของสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ทำการวิเคราะห์

วิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน 18 ชนิด ได้แก่ แอลฟา-เอชซีเอช (α-HCH) เบต้า-เอชซีเอช (β-HCH) แกมมา-เอชซีเอช (Υ-HCH) เดลต้า-เอชซีเอช (δ-HCH) เฮปตาคลอร์ (Heptachlor) เฮปตาคลอร์ อีพอกไซด์ (Heptachlor epoxide) ดีลดริน (Dieldrin) เอ็นดริน (Endrin) แอลฟา-เอ็นโดซัลแฟน (α-Endosulfan) เบต้า-เอ็นโดซัลฟาน (β-Endosulfan) เอ็นโดซัลแฟน ซัลเฟต (Endosulfan sulfate) อัลดริน (Aldrin) โอโธพารา-ดีดีอี (o,p'-DDE) พาราพารา-ดีดีอี (p,p'-DDE) โอโธพารา-ดีดีดี (o,p'-DDD) พาราพารา-ดีดีดี (p,p'-DDD) โอโธพารา-ดีดีที (o,p'-DDT) และพาราพารา-ดีดีที (p,p'-DDT) โดยทำการวิเคราะห์ตามวิธีการของศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (มณทิพย์ ศรีรัตนา ทาบูกานอน, 2535)

3.8 วิธีการสกัดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนจากตัวอย่างสัตว์น้ำ

เครื่องแก้วที่ใช้ต้องล้างด้วยอะซีโตน และนอร์มัล-เฮกเซนที่กลั่นแล้ว เตรียมตัวอย่างสัตว์น้ำแต่ละชนิดให้ได้จำนวนตามวิธีการเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำข้อ 3.5 เลือกเอาส่วนเนื้อรวมกัน สับให้ละเอียดสุ่มตักตัวอย่างสัตว์น้ำมา 10 กรัม ใส่ในขวดแก้วรูปชมพู่ (Erlenmayer Flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมอะซีโตน 35 มิลลิลิตร และเฮกเซน 10 มิลลิลิตร สกัดตัวอย่างโดยการปั่นตัวอย่างให้เข้ากับสารละลายด้วยเครื่องปั่นทำให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenizer) ประมาณ 2 นาที นำตัวอย่างที่ผ่านการสกัดมาแยกสารละลายด้วยเครื่องเหวี่ยงแยกชั้นสารละลายนาน 20 นาที เทชั้นสารละลายลงสู่กรวยแยกที่มีสารละลายโซเดียมคลอไรด์ในกรดออโธฟอสฟอริก 50 มิลลิลิตร (โซเดียมคลอไรด์ 11.7 กรัม ในกรดออโธฟอสฟอริก ความเข้มข้น 0.1 โมล่าร์) ตัวอย่างที่เหลือนำมาเติมเฮกเซนและ ไดเอทธิลอีเธอร์ในอัตราส่วน 9 : 1 จำนวน 25 มิลลิลิตร ปั่นทำให้เป็นเนื้อเดียวกันอีกครั้งหนึ่งประมาณ 2 นาที ทำการแยกสารละลายด้วยเครื่องเหวี่ยงแยกชั้นสารละลาย เทสารละลายส่วนบนลงสู่กรวยแยกและเขย่าด้วยเครื่องเขย่านาน 10 นาที ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อยครึ่งชั่วโมง เมื่อชั้นสารละลายทั้งสองแยกจากกันดีแล้ว แยกชั้นน้ำออกโดยเก็บไว้ในบิกเกอร์ จากนั้นชั่งน้ำหนักของ Ground Joint Flask ให้น้ำหนักละเอียดทศนิยมสี่ตำแหน่ง เทสารละลายที่สกัดไขมันแล้ว (Organic Fat Extract) ลงสู่ Ground Joint Flask ชั้นน้ำที่แยกออกและเก็บไว้ในบิกเกอร์ นำมาสกัดอีกครั้งหนึ่งด้วยเฮกเซน 10 มิลลิลิตร เขย่านาน 10 นาที ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อยครึ่งชั่วโมง หลังจากชั้นน้ำและเฮกเซนแยกจากกันดีแล้ว ไขชั้นน้ำทิ้งไป ถ่ายเฮกเซนลงรวมกันใน Ground Joint Flask นำไปลดปริมาตรด้วยเครื่องลดปริมาตร ทำให้เย็นลงในเดซิเคเตอร์ เมื่ออุณหภูมิ Ground Joint Flask สมดุลที่อุณหภูมิห้องแล้วนำมาชั่งน้ำหนักทศนิยมสี่ตำแหน่ง ละลายไขมันด้วยเฮกเซน แล้วทำเป็น 5 มิลลิลิตร เก็บตัวอย่างรอทำการ Clean up ต่อไป

3.9 การทำให้สะอาด (Clean up) และการแยกส่วน (Fractionation)

ก. การ Clean up โดยใช้ Florisil Column Chromatography

สารที่ใช้ในการ Clean up ตัวอย่างคือ ฟลอริซิล โดยบรรจุฟลอริซิล ประมาณ 20 กรัม ลงในคอลัมน์แก้วที่บรรจุใยแก้วจำนวนเล็กน้อย นำสารละลายตัวอย่างที่ผ่านการสกัดโดยวิธีข้างต้นเทลงบนคอลัมน์แก้ว ผ่านแก๊สไนโตรเจนบนคอลัมน์แก้วจนกระทั่งเฮกเซนระเหยหมด ตรวจสอบโดยการดมกลิ่นของเฮกเซนที่แก๊สไนโตรเจนผ่านออกมา เทสารละลายผสมของอะซิโตไนไตรและน้ำในอัตรา 4 : 1 จำนวน 150 มิลลิลิตร ควบคุมอัตราการไหลผ่าน 1 หยดต่อวินาที ผ่านสารละลายนี้ลง สู่กรวยแยกซึ่งบรรจุ เฮกเซน 100 มิลลิลิตร และน้ำ 600 มิลลิลิตร

เขย่ากรวยแยกนาน 10 นาทีด้วยเครื่องเขย่าสาร และตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นไขชั้นน้ำทิ้งไป และล้าง (Rinse) ชั้นสารละลายด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการล้างด้วยเฮกเซน 100 มิลลิลิตร จำนวน 3 ครั้ง ลดปริมาตรสารละลายให้เหลือประมาณ 5 มิลลิลิตร ด้วยเครื่องลดปริมาตร

ข. การแยกส่วน (Fractionation)

ทำการศึกษา Elution Pattern ก่อนทำการวิเคราะห์ตัวอย่างโดย วิธี Florisil Column Chromatography เพื่อศึกษาปริมาตรสารละลายที่เหมาะสมในการผ่านลงสู่คอลัมน์เพื่อ Elute สารที่ต้องการวิเคราะห์ออกจากคอลัมน์ ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติของฟลอริซิล และสารละลายที่ใช้ในการวิเคราะห์แต่ละครั้งแตกต่างกันอาจทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดผลาดได้ โดยนำคอลัมน์แก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร ตั้งคอลัมน์บนขาตั้งให้ตรง ใส่ Glass wool จำนวนเล็กน้อยใช้แท่งแก้วสอดเข้าไปจัด Glass wool ให้ติดปลายคอลัมน์บริเวณข้อต่อ ทำความสะอาดโดยล้างผนังคอลัมน์แก้วด้วยเฮกเซน 3 ครั้ง บรรจุฟลอริซิลปริมาณ 10 กรัม ที่ผ่านการ Activate ที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ลงในคอลัมน์แก้ว เติมโซเดียมซัลเฟตชนิดที่ปราศจากน้ำสูงประมาณ 1 เซนติเมตร ลงบนชั้นผิวของฟลอริซิล ผ่านเฮกเซนลงสู่คอลัมน์ระวังไม่ให้คอลัมน์แห้งโดยคุมระดับเฮกเซนให้สูงกว่าชั้นผิวฟลอริซิลเสมอ ปิเปตสารละลายมาตรฐานออร์กาโนคลอรีนปริมาณ 4-5 มิลลิลิตร ลงสู่คอลัมน์แก้ว ไม่ควรให้ปลายของปิเปตสัมผัสกับผิวคอลัมน์แก้ว เติมสารละลายผสมของไดเอทธิลอีเธอร์และเฮกเซนร้อยละ 20 เริ่ม Elute โดยปรับอัตราการไหลให้เป็น 1 หยดต่อวินาที เก็บสารละลายที่ผ่านคอลัมน์แก้วทุกๆ 5 มิลลิลิตร วิเคราะห์สารละลายแต่ละส่วนที่เก็บได้ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ สรุปได้ว่า ปริมาตรสารละลายที่ใช้ในการ Elute ที่เหมาะสม คือ 55 มิลลิลิตร

ทำการแยกส่วนตัวอย่าง (Fractionation) โดยวิธีการเช่นเดียวกับขั้นตอนการศึกษา Elution Pattern ปิเปตสารละลายตัวอย่างสัตว์น้ำ ที่ผ่านขั้นตอนการ Clean up แล้วลงสู่คอลัมน์แก้ว ไม่ควรให้ปลายของปิเปตสัมผัสกับผิวคอลัมน์แก้ว เติมสารละลายผสมของไดเอทธิลอีเธอร์ และเฮกเซน (20 : 80) จำนวน 55 มิลลิลิตร เก็บสารละลายที่ผ่านการ Elute ด้วย Ground Joint Flask นำไปลดปริมาตรด้วยเครื่องลดปริมาตร ทำเป็น 5 มิลลิลิตร

3.10 การวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารออร์กาโนคลอรีนโดยใช้แก๊สโครมาโตกราฟฟี

ก. การหาชนิดของสารออร์กาโนคลอรีนที่ตกค้างในสัตว์น้ำ

โดยการฉีด (Injection) สารละลายมาตรฐานของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนทั้ง 18 ชนิด (Mixed Standard) ที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน ปริมาตร 0.2 ไมโครลิตร

เข้าไปในเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ จะได้กลุ่มพีค (Peak) หรือ โครมาโตแกรม (Chromatogram) ของสารละลายมาตรฐาน ซึ่งสารแต่ละชนิดจะมีค่ารีเทนชั่นไทม์ (Retention Time) ที่แตกต่างกันออกไป จากนั้นจึงฉีดสารละลายที่สกัดได้ของตัวอย่างสัตว์น้ำเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ ในสภาพการใช้งานที่เหมือนกับขั้นแรก แล้วนำโครมาโตแกรมที่เกิดขึ้นมาเปรียบเทียบกับโครมาโตแกรมของสารมาตรฐานข้างต้น ถ้าพีคหรือค่ารีเทนชั่นไทม์ตรงกันแสดงว่าเป็นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชชนิดเดียวกัน

ข. การหาปริมาณความเข้มข้นของสารออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำ

เมื่อทราบชนิดของสารกำจัดศัตรูพืชแล้ว คำนวณปริมาณความเข้มข้นของสารในตัวอย่างได้โดยใช้หลักการความสูงของพีคหรือพื้นที่ใต้พีคที่ได้จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณ (Quantitative) ของสารกำจัดศัตรูพืชชนิดนั้น

ค. ประสิทธิภาพของเครื่องที่ใช้ในการวิเคราะห์มีค่าประมาณ 85-90 เปอร์เซนต์

3.11 การหาปริมาณไขมัน (Fat weight)

การหาปริมาณไขมัน เป็นขั้นตอนต่อเนื่องจากขั้นตอนการสกัดตามข้อ 3.8 โดยชั่งน้ำหนัก Flask ชนิด Ground Joint Flask ด้วยเครื่องชั่งชนิดละเอียดทศนิยมสี่ตำแหน่งอ่านค่าน้ำหนักบันทึกไว้ เทสารละลายทั้งหมดที่ผ่านการสกัดแล้วลงสู่ Ground Joint Flask นำไปลดปริมาตรด้วยเครื่องลดปริมาตร (Rotary Evaporator) และทำให้เย็นลงในเดซิเคเตอร์ เมื่ออุณหภูมิ Flask สมดุลกับอุณหภูมิห้องแล้ว นำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งชนิดละเอียดทศนิยมสี่ตำแหน่งอ่านค่าน้ำหนักบันทึกที่ได้ไว้ เมื่อหักออกด้วยน้ำหนัก Flask จะทำให้ทราบถึงน้ำหนักไขมันในตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์นั้น

3.12 การหาปริมาณความชื้นของตัวอย่างสัตว์น้ำ

ชั่งน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียม (Aluminum Foil) ด้วยเครื่องชั่งชนิดละเอียดทศนิยมสี่ตำแหน่งบันทึกค่าน้ำหนักไว้ ตักตัวอย่างสัตว์น้ำประมาณ 2 กรัม ใส่ลงในถ้วยอะลูมิเนียม ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งชนิดละเอียดทศนิยมสี่ตำแหน่ง บันทึกค่าน้ำหนักไว้ นำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 1 สัปดาห์ ทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์เป็นเวลา 30 นาที ชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งชนิดละเอียดอีกครั้งหนึ่ง น้ำหนักที่หายไปจะเท่ากับปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในตัวอย่างสัตว์น้ำ

3.13 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลการวิเคราะห์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย (Mean) นำเสนอโดยใช้ ตาราง กราฟ ศึกษาความสัมพันธ์ของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่ม

ออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำปริมาณในน้ำหนักเปียก ปริมาณในน้ำหนักแห้ง ปริมาณในน้ำหนักไขมัน และศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนกับปริมาณไขมัน โดยใช้ Bivariate Correlation (Pearson) ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้ง และทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนระหว่างสัตว์น้ำประเภทกินพืชและสัตว์น้ำประเภทกินสัตว์เป็นอาหารโดยใช้สถิติ t-test (Independence) ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS for Windows (ธวัชชัย งามสันติวงศ์, 2540 ; ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2539)

4. สถานที่ทำการวิจัย

ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ห้องปฏิบัติการ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

บทที่ 3

ผลการศึกษา

การวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2538 ถึง เมษายน 2539 โดยทำการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน 2 ครั้ง คือ พฤศจิกายน และธันวาคม 2538 และในช่วงฤดูแล้ง 2 ครั้ง คือ มีนาคม และเมษายน 2539 จากบริเวณท่าขึ้นสัตว์น้ำ 3 แห่ง คือ ท่าขึ้นสัตว์น้ำเกาะยอ ท่าขึ้นสัตว์น้ำคูเต่า และท่าขึ้นสัตว์น้ำปากจ่า โดยศึกษาในปลาและกุ้งรวม 6 ชนิด โดยแบ่งเป็นสัตว์น้ำที่กินพืชเป็นอาหาร 2 ชนิด ได้ตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์ คือ ในช่วงฤดูฝน ปลาโคบ 6 ตัวอย่าง และปลากระบอก 6 ตัวอย่าง ในช่วงฤดูแล้ง ปลาโคบ 6 ตัวอย่าง และปลากระบอก 6 ตัวอย่าง และสัตว์น้ำที่กินสัตว์เป็นอาหาร 4 ชนิด ได้จำนวนตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์ คือ ในช่วงฤดูฝน ปลาตะกรับ 6 ตัวอย่าง ปลาแป้น 6 ตัวอย่าง ปลากดขี้ลิง 6 ตัวอย่าง และกุ้งหัวแข็ง 6 ตัวอย่าง ในช่วงฤดูแล้ง ปลาตะกรับ 6 ตัวอย่าง ปลาแป้น 6 ตัวอย่าง ปลากดขี้ลิง 6 ตัวอย่าง และกุ้งหัวแข็ง 6 ตัวอย่าง รวมตัวอย่างที่วิเคราะห์ทั้งหมด 72 ตัวอย่าง ศึกษาชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน 18 ชนิด คือ แอลฟา-เอชซีเอช เบต้า-เอชซีเอช แกมมา-เอชซีเอช (ลินเดน) เดลต้า-เอชซีเอช เฮปตาคลอร์ เฮปตาคลอร์ อีพอกไซด์ อัลดริน ดีลดริน เอ็นดริน โอโธพารา-ดีดีอี พาราพารา-ดีดีอี โอโธพารา-ดีดีดี พาราพารา-ดีดีดี โอโธพารา-ดีดีที พาราพารา-ดีดีที แอลฟา-เอ็นโดซัลแฟน เบต้า-เอ็นโดซัลแฟน และเอ็นโดซัลแฟน ซัลเฟต ซึ่งผลการศึกษามีรายละเอียด ดังนี้

1. การศึกษาขนาดความยาว น้ำหนัก ปริมาณไขมัน และปริมาณความชื้น ในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก

การศึกษาขนาดความยาว น้ำหนัก ปริมาณไขมันและปริมาณความชื้น ในปลาและกุ้งจากการเก็บตัวอย่างจากท่าขึ้นสัตว์น้ำ 3 แห่ง บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดูฝน (พฤศจิกายนและธันวาคม) และในช่วงฤดูแล้ง (มีนาคมและเมษายน) ผลการศึกษาได้แสดงไว้ในตาราง 1 และตารางผนวก 1-4

ตาราง 1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความยาว น้ำหนัก ปริมาณไขมันและความชื้นของสัตว์น้ำ บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง

ชนิดสัตว์น้ำ	ความยาว (ซม.)		น้ำหนัก (กรัม)		ไขมัน (%)		ความชื้น (%)	
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)	Mean(SD)
1. ปลาโคบ	12.94(1.40)	12.84(1.25)	26.93(5.42)	29.10(5.75)	2.60(0.30)	2.07(0.73)	74.36(3.48)	76.29(1.40)
2. ปลากระบอก	22.56(2.14)	22.39(1.46)	123.72(31.29)	131.66(24.19)	2.17(0.27)	3.57(0.20)	74.06(5.15)	73.70(2.91)
3. ปลาตะกรับ	17.15(2.44)	17.52(2.74)	167.12(67.65)	181.15(88.81)	3.20(0.53)	3.15(0.25)	70.45(6.09)	76.40(1.78)
4. ปลาแป้น	12.94(2.68)	12.67(1.31)	39.87(2.72)	40.25(6.90)	2.03(0.30)	2.22(0.19)	77.90(2.38)	75.34(6.32)
5. ปลากดขี้ลิง	28.47(2.68)	30.34(4.51)	245.55(54.17)	330.65(119.2)	1.82(0.45)	2.17(0.92)	79.98(1.74)	80.85(5.04)
6. กุ้งหัวแข็ง	10.51(1.15)	11.42(0.88)	6.96(2.26)	9.14(2.83)	1.91(0.65)	2.61(0.46)	75.34(3.07)	75.52(1.92)

2. การตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก

2.2 ช่วงฤดูฝน ทำการเก็บตัวอย่างปลาและกุ้ง 2 ครั้ง คือ ในเดือนพฤศจิกายน และธันวาคม

ในเดือนพฤศจิกายน ตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำจำนวน 15 ชนิด คือ แอลฟา-เอชซีเอช เบต้า-เอชซีเอช แกมมา-เอชซีเอช เดลต้า-เอชซีเอช เฮปตาคลอร์ โอโธพารา-ดีดีอี พาราพารา-ดีดีอี โอโธพารา-ดีดีดี พาราพารา-ดีดีดี โอโธพารา-ดีดีที พาราพารา-ดีดีที ดีลดริน เอ็นดริน เบต้า-เอ็นโดซัลแฟน และ แอลฟา-เอ็นโดซัลแฟน สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ตรวจไม่พบในตัวอย่างสัตว์น้ำเลยจำนวน 3 ชนิด คือ เฮปตาคลอร์ อีพอกไซด์ อัลดริน และเอ็นโดซัลแฟน ซัลเฟต (ตารางผนวก 5, 9 และ 13)

ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนรวม (OCPs) ที่ตรวจพบในสัตว์น้ำ คือ ปลาโคบ ปลากระบอก ปลาตะกรับ ปลาแป้น ปลากดขี้ลิง และกุ้งหัวแข็ง มีค่า 34.1 35.3 38.3 35.5 40.8 และ 51.8 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ 122.9 119.6 149.3 143.7 189.8 และ 235.1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ $1.3x10^3$ $1.59x10^3$ $1.11x10^3$ $2.0x10^3$ $2.83x10^3$ และ $3.85x10^3$ ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน ตามลำดับ รายละเอียดดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกเฉลี่ย ในเดือนพฤศจิกายน 2538

หน่วย µg/kg wet wt. (µg/kg dry wt.) {µg/kg fat wt.}	α - HCH	β - HCH	γ - HCH	δ - HCH	Hepta chlor	Hepta chlor epoxid	o,p′- DDE	p,p′- DDE	o,p′- DDD	p,p′- DDD	o,p′- DDT	p,p′- DDT	Aldrin	Diel- drin	Endrin	β - Endo sulfan	α - Endo sulfan	Endo sulfan sulfate	Total OCPs
ปลาโคบ	ND	4.2	11.8	0.2	1.3	ND	0.7	10.3	1.0	0.9	ND	1.3	ND	1.4	ND	ND	1.1	ND	34.1
	ND	(16.7)	(42.7)	(0.7)	(4.5)	ND	(2.3)	(36.2)	(3.4)	(3.1)	ND	(5.0)	ND	(4.8)	ND	ND	(3.9)	ND	(122.9)
	ND	{139.7}	{453.3}	{6.3}	{47.1}	ND	{25.7}	{389}	{39.1}	{35.5}	ND	{41.8}	ND	{54.8}	ND	ND	{40.2}	ND	{1254}
ปลากระบอก	ND	10.75	13.4	0.4	0.5	ND	0.8	5.7	0.3	ND	ND	2.0	ND	1.1	ND	0.4	ND	ND	35.3
	ND	(35.7)	(46.4)	(1.5)	(1.7)	ND	(2.7)	(18.5)	(1.0)	ND	ND	(7.4)	ND	(3.6)	ND	(1.3)	ND	ND	(119.7)
	ND	{505.8}	{588}	{18.0}	{22.1}	ND	{36.8}	{252.4}	{9.9}	ND	ND	{87.0}	N	{46.6}	ND	{18.4}	ND	ND	{1584}
ปลาตะกรับ	ND	8.3	10.8	0.5	0.52	ND	0.8	6.5	0.3	1.4	1.4	5.5	ND	0.8	ND	0.7	0.9	ND	38.3
	ND	(32.9)	(41.0)	(1.8)	(2.0)	ND	(2.8)	(23.7)	(0.9)	(5.2)	(5.0)	(19.9)	ND	(2.8)	ND	(2.5)	(3.5)	ND	(143.7)
	ND	{226.4}	{304.5}	{13.7}	{13.6}	ND	{23.0}	{212.5}	{8.1}	{43.3}	{47.0}	{152.2}	ND	{22.6}	ND	{19.9}	{27.1}	ND	{1113}
ปลาแป้น	ND	5.3	5.3	0.5	1.7	ND	0.7	9.8	1.3	0.9	1.3	5.1	ND	2.0	ND	1.0	0.8	ND	35.5
	ND	(24.3)	(22.4)	(2.1)	(6.8)	ND	(2.4)	(40.1)	(5.1)	(3.7)	(5.7)	(21.3)	ND	(8.3)	ND	(4.1)	(3.1)	ND	(149.3)
	ND	{393.3}	{296.3}	{29.3}	{84.9}	ND	{29.3}	{497.1}	{60.7}	{45.7}	{76.1}	{278.8}	ND	{103.5}	ND	{50.4}	{39.3}	ND	{1985}
ปลากดขี้ลิง	ND	ND	20.1	0.7	0.8	ND	ND	2.3	ND	ND	1.0	2.9	ND	ND	8.4	3.7	1.1	ND	40.8
	ND	ND	(94.0)	(2.7)	(3.6)	ND	ND	(10.6)	ND	ND	(4.5)	(13.7)	ND	ND	(39.5)	(16.2)	(5.2)	ND	(189.8)
	ND	ND	{1370}	{24.6}	{41.7}	ND	ND	{147.6}	ND	ND	{84.2}	{209.6}	ND	ND	535.9	360.9	{60.3}	ND	{2835}
กุ้งหัวแข็ง	0.9	8.0	14.9	0.4	2.6	ND	1.1	9.8	1.8	0.5	2.5	3.2	ND	3.1	ND	1.3	2.8	ND	51.8
	(0.4)	(36.6)	(67.8)	(1.9)	(11.7)	ND	(5.0)	(43.6)	(7.9)	(2.2)	(11.5)	(14.5)	ND	(13.8)	ND	(5.7)	(12.5)	ND	(235.1)
	{6.3}	{591}	{1097}	{80.8}	{189.1}	ND	{80.8}	{697.7}	{129.2}	{36.2}	{185.4}	{234.3}	ND	{227.5}	ND	{93.5}	{205.9}	ND	{3855}

หมายเหตุ : ND (non detectable) หมายถึงตรวจไม่พบ

Minimum detection limit น้อยกว่า 0.1 µg/kg wet wt., 0.4 µg/kg dry wt. และ 4.1 µg/kg fat wt

ในเดือนธันวาคม ตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำ จำนวน 16 ชนิด คือ แอลฟา-เอชซีเอช เบต้า-เอชซีเอช แกมมา-เอชซีเอช เดลต้า-เอชซีเอช เฮปตาคลอร์ เฮปตาคลอร์ อีพอกไซด์ โอโธพารา-ดีดีอี พาราพารา-ดีดีอี โอโธพารา-ดีดีดี พาราพารา-ดีดีดี โอโธพารา-ดีดีที พาราพารา-ดีดีที ดีลดริน เอ็นดริน เบต้า-เอ็นโดซัลแฟน และ แอลฟา-เอ็นโดซัลแฟน สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ตรวจไม่พบในตัวอย่างสัตว์น้ำ เลยจำนวน 2 ชนิด คือ อัลดริน และ เอ็นโดซัลแฟน ซัลเฟต (ตารางผนวก 6, 10 และ 14)

ปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนรวม (OCPs) ที่ตรวจพบในสัตว์น้ำ คือ ปลาโคบ ปลากระบอก ปลาตะกรับ ปลาแป้น ปลากดขี้ลิง และกุ้งหัวแข็ง มีค่า 38.1 65.0 47.3 23.8 29.9 และ 24.8 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ 167.9 297.5 151.7 117.4 160.9 และ 88.9 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ $1.63x10^3$ $3.11x10^3$ $1.73x10^3$ $1.24x10^3$ $1.43x10^3$ และ $1.01x10^3$ ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน ตามลำดับ รายละเอียดดังแสดงในตาราง 3

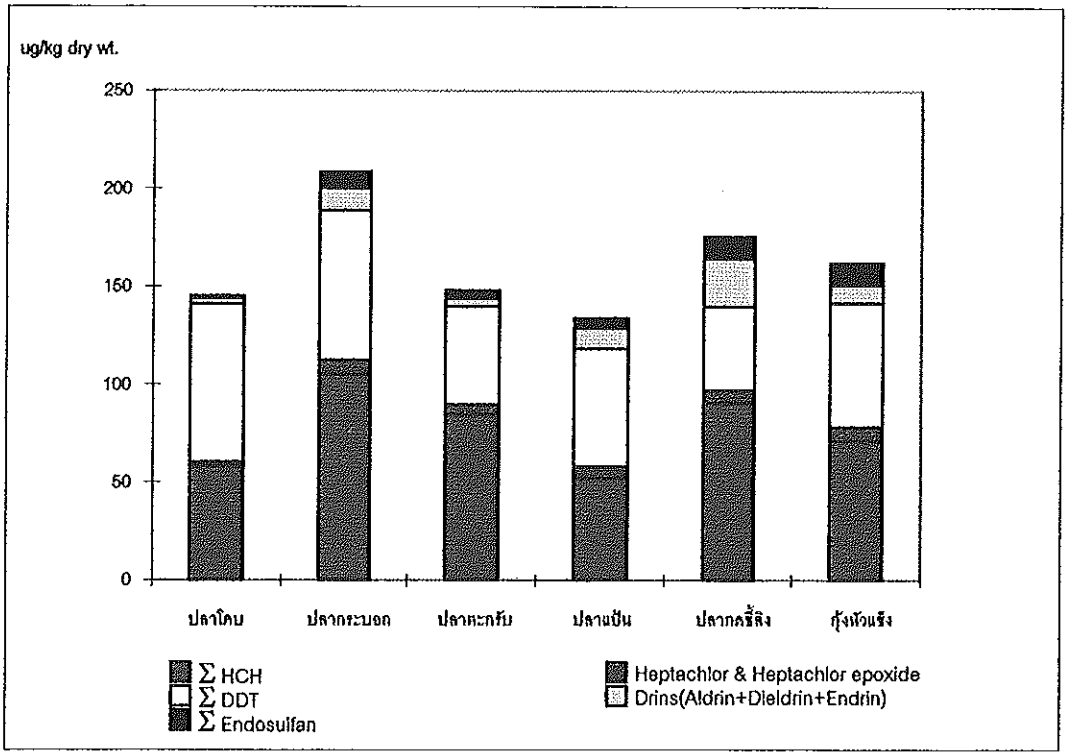
ในช่วงฤดูฝน (พฤศจิกายนและธันวาคม) พบปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนรวม (OCPs) ดังนี้ ปลาโคบ ปลากระบอก ปลาตะกรับ ปลาแป้น ปลากดขี้ลิง และกุ้งหัวแข็ง มีค่าเฉลี่ย 36.1 50.0 42.7 29.7 31.1 และ 30.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ 145.4 208.5 147.7 133.4 175.3 และ 126.8 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ $1.45x10^3$ $2.35x10^3$ $1.42x10^3$ $1.61x10^3$ $2.14x10^3$ และ $1.25x10^3$ ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน (ตาราง 10) สารที่มีการตรวจพบส่วนใหญ่ คือ กลุ่มเอชซีเอช และกลุ่มดีดีที ส่วนกลุ่มอื่นๆ พบในปริมาณน้อย (ภาพประกอบ 7)

ตาราง 3 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกเฉลี่ย ในเดือนธันวาคม 2538

หน่วย µg/kg wet wt. (µg/kg dry wt.) {µg/kg fat wt.}	α - HCH	β - HCH	γ - HCH	δ - HCH	Hepta chlor	Hepta chlor epoxid	o,p′- DDE	p,p′- DDE	o,p′- DDD	p,p′- DDD	o,p′- DDT	p,p′- DDT	Aldrin	Diel- drin	Endrin	β - Endo sulfan	α - Endo sulfan	Endo sulfan sulfate	Total OCPs
ปลาโคบ	ND	4.4	8.2	0.2	ND	ND	ND	18.2	ND	1.0	0.9	5.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	38.1
	ND	(20.1)	(35.5)	(0.8)	ND	ND	ND	(78.9)	ND	(4.2)	(4.2)	(24.3)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	(167.9)
	ND	{200.9}	{341.2}	{7.1}	ND	ND	ND	{772.6}	ND	{41.1}	{41.7}	{225.3}	ND	ND	ND	ND	ND	ND	{1630}
ปลากระบอก	ND	9.4	18.3	0.3	1.8	1.0	1.6	14.6	2.2	2.3	1.0	4.5	ND	4.7	ND	2.5	0.6	ND	65.0
	ND	(41.7)	(83.4)	(1.5)	(9.0)	(4.7)	(7.9)	(67.5)	(11.0)	(11.0)	(4.7)	(19.8)	ND	(20.2)	ND	(11.8)	(3.2)	ND	(297.5)
	ND	{492.5}	{898.7}	{17.4}	{87.0}	{42.5}	{75.7}	{663.2}	{105.7}	{99.1}	{42.5}	{220.6}	ND	{219.7}	ND	{116.9}	{32.2}	ND	{3114}
ปลาตะกรับ	ND	13.8	15.5	0.3	1.9	ND	ND	9.5	ND	0.5	ND	3.9	ND	1.4	ND	0.4	ND	ND	47.3
	ND	(43.6)	(49.4)	(1.1)	(7.3)	ND	ND	(29.7)	ND	(1.4)	ND	(13.1)	ND	(4.9)	ND	(1.2)	ND	ND	(151.7)
	ND	{506.9}	{564.4}	{7.7}	{67.6}	ND	ND	{351.8}	ND	{20.5}	ND	{139.4}	ND	{53.0}	ND	{17.1}	ND	ND	{1728}
ปลาแป้น	0.3	ND	10.3	0.8	1.2	ND	0.8	3.2	0.3	ND	ND	4.3	ND	2.3	ND	0.6	ND	ND	23.8
	(1.2)	ND	(49.8)	(3.7)	(5.7)	ND	(4.3)	(15.7)	(1.3)	ND	ND	(20.9)	ND	(11.8)	ND	(3.0)	ND	ND	(117.4)
	{12.3}	ND	{500.3}	{42.0}	{64.2}	ND	{49.5}	{166.5}	{14.9}	ND	ND	{221.1}	ND	{136.1}	ND	{34.7}	ND	ND	{1241}
ปลากดขี้ลิง	ND	2.92	11.92	0.8	1.8	ND	0.75	5.1	0.9	ND	ND	3.9	ND	1.5	ND	0.3	ND	ND	29.9
	ND	(15.7)	(64.7)	(4.0)	(9.7)	ND	(4.0)	(27.3)	(4.8)	ND	ND	(21.0)	ND	(7.9)	ND	(1.7)	ND	ND	(160.9)
	ND	{167.6}	{559.1}	{33.6}	{82.5}	ND	{33.5}	{252}	{41.3}	ND	ND	{175.2}	ND	{67.5}	ND	{15.1}	ND	ND	{1427}
กุ้งหัวแข็ง	ND	ND	10.3	0.3	0.9	ND	0.3	6.0	0.7	ND	0.7	3.4	0.2	1.4	ND	ND	0.7	ND	24.8
	ND	ND	(35.0)	(0.9)	(3.4)	ND	(1.3)	(22.2)	(2.5)	ND	(2.5)	(12.6)	(0.6)	(5.2)	ND	ND	(2.5)	ND	(88.7)
	ND	ND	{424.9}	{10.3}	{35.9}	ND	{13.0}	{246.5}	{26.1}	ND	{26.1}	{138.4}	{6.2}	{54.6}	ND	ND	{26.1}	ND	{1008}

หมายเหตุ : ND (non detectable) หมายถึงตรวจไม่พบ

Minimum detection limit น้อยกว่า 0.1 µg/kg wet wt., 0.4 µg/kg dry wt. และ 4.1 µg/kg fat wt

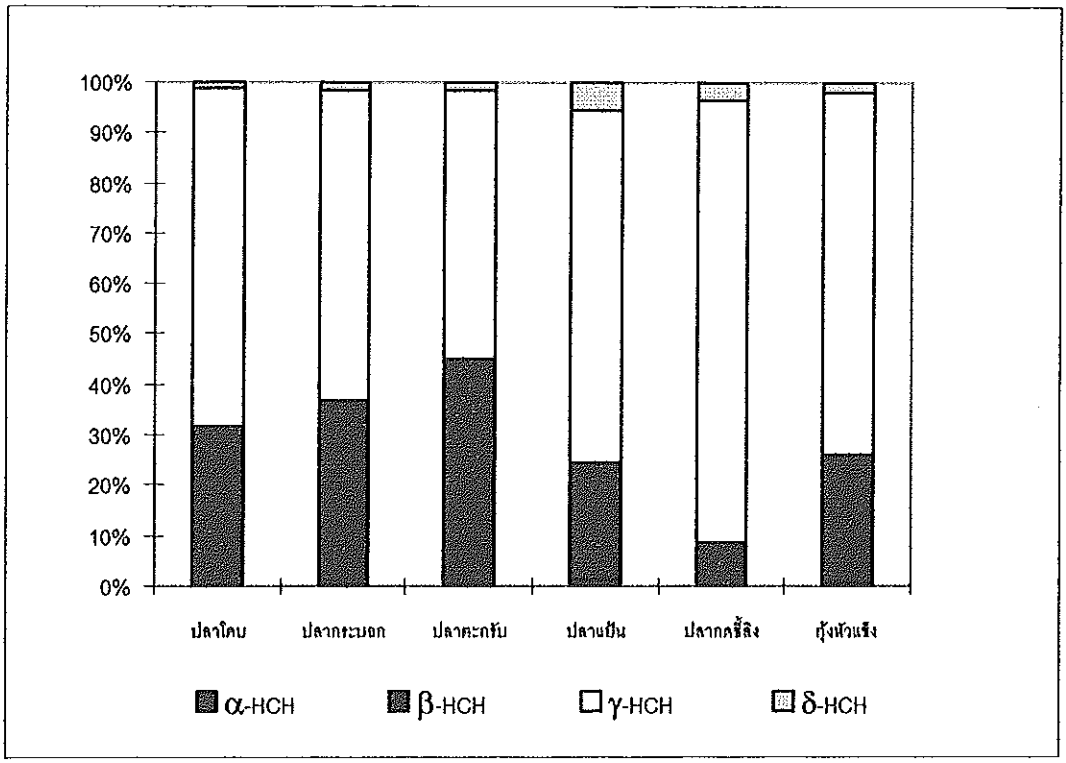


ภาพประกอบ 7 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ในช่วงฤดูฝน

กลุ่ม เอชซีเอช ในช่วงฤดูฝน โดยทั่วไปพบ แกมมา-เอชซีเอช > เบต้า-เอชซีเอช > เดลต้า-เอชซีเอช > แอลฟา-เอชซีเอช และ ตรวจไม่พบ แอลฟา-เอชซีเอช ในปลาโคบ ปลากระบอก ปลาตะกรับ และปลากดขี้ลิง รายละเอียดดังแสดงในตาราง 8 และ ภาพประกอบ 8

ตาราง 4 องค์ประกอบของเอชซีเอชในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดูฝน

องค์ประกอบของ HCH (%)	ปลาโคบ	ปลากระบอก	ปลาตะกรับ	ปลาแป้น	ปลากดขี้ลิง	กุ้งหัวแข็ง
α - HCH	0.00	0.00	0.00	1.12	0.00	0.28
β - HCH	31.50	36.84	45.09	23.53	8.66	25.69
γ - HCH	67.31	61.77	53.19	69.76	87.64	72.08
δ - HCH	1.19	1.39	1.72	5.59	3.70	1.95

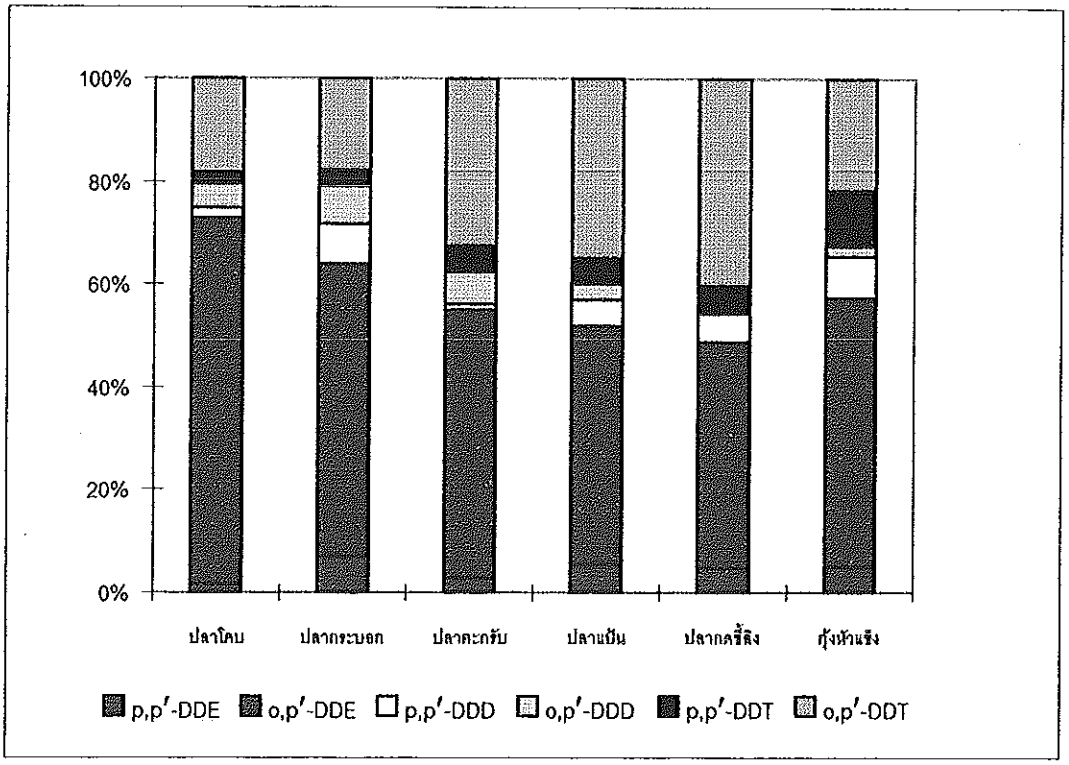


ภาพประกอบ 8 องค์ประกอบของ เอชซีเอช ในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดูฝน

กลุ่ม ดีดีที ในช่วงฤดูฝน ตรวจพบอนุพันธ์ของ โอโธพารา-ดีดีอี ในปริมาณสูงที่สุด รองลงมาคือ โอโธพารา-ดีดีที ส่วนอนุพันธ์อื่นๆ พบในปริมาณต่ำ แตกต่างกันไปในแต่ละชนิดสัตว์น้ำ คือ ในปลาโคบ พบ โอโธพารา-ดีดีอี > โอโธพารา-ดีดีที > โอโธพารา-ดีดีดี > พารา พารา-ดีดีที > พาราพารา-ดีดีดี > พาราพารา-ดีดีอี ในปลากระบอก พบ โอโธพารา-ดีดีอี > โอโธพารา-ดีดีที > พาราพารา-ดีดีดี > โอโธพารา-ดีดีดี > พาราพารา-ดีดีอี > พาราพารา-ดีดีที ในปลาตะกรับ พบ โอโธพารา-ดีดีอี > โอโธพารา-ดีดีที > โอโธพารา-ดีดีดี > พาราพารา-ดีดีที > พาราพารา-ดีดีอี > พาราพารา-ดีดีดี ในปลาแป้น พบ โอโธพารา-ดีดีอี > โอโธพารา-ดีดีที > พาราพารา-ดีดีอี > พาราพารา-ดีดีดี > พาราพารา-ดีดีที > โอโธพารา-ดีดีดี ในปลากดขี้ลิง พบ โอโธพารา-ดีดีอี > โอโธพารา-ดีดีที > พาราพารา-ดีดีดี > พาราพารา-ดีดีที > พาราพารา-ดีดีอี ตรวจไม่พบ โอโธพารา-ดีดีดี ในกุ้งหัวแข็ง พบ โอโธพารา-ดีดีอี > โอโธพารา-ดีดีที > พารา พารา-ดีดีที > พาราพารา-ดีดีอี > พาราพารา-ดีดีดี > โอโธพารา-ดีดีดี รายละเอียดดังแสดงในตาราง 5 และ ภาพประกอบ 9

ตาราง 6 องค์ประกอบของ ดีดีที ในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดูฝน

องค์ประกอบของ DDT (%)	ปลาโคบ	ปลากระบอก	ปลาตะกรับ	ปลาแป้น	ปลากดขี้ลิง	กุ้งหัวแข็ง
p,p′-DDE	1.41	7.00	2.72	5.51	4.71	5.00
o,p′-DDE	71.28	56.76	52.45	46.37	44.08	52.31
p,p′-DDD	2.08	7.89	0.87	5.24	5.64	8.22
o,p′-DDD	4.53	7.29	6.53	3.10	0.00	1.76
p,p′-DDT	2.57	3.12	4.94	4.76	5.27	11.13
o,p′-DDT	18.12	17.94	32.49	35.02	40.31	21.58



ภาพประกอบ 9 องค์ประกอบของ ดีดีที ในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดูฝน

2.2 ช่วงฤดูแล้ง ทำการเก็บตัวอย่างปลาและกุ้ง 2 ครั้ง ในเดือนมีนาคมและเมษายน

ในเดือนมีนาคม ตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำ จำนวน 15 ชนิด คือ แอลฟา-เอชซีเอช เบต้า-เอชซีเอช แกมมา-เอชซีเอช เดลต้า-เอชซีเอช เฮปตาคลอร์ เฮปตาคลอร์ อีพอกไซด์ โอโธพารา-ดีดีอี พาราพารา-ดีดีอี โอโธพารา-ดีดีดี พารา พารา-ดีดีดี โอโธพารา-ดีดีที พาราพารา-ดีดีที ดีลดริน เบต้า-เอ็นโดซัลแฟน และ แอลฟา-เอ็นโด ซัลแฟน สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ตรวจไม่พบในตัวอย่างสัตว์น้ำเลยจำนวน 3 ชนิด คือ อัลดริน เอ็นดริน และเอ็นโดซัลแฟน ซัลเฟต (ตารางผนวก 7, 10 และ 12)

ปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนรวม (OCPs) ที่ตรวจพบในสัตว์น้ำ คือ ปลาโคบ ปลากระบอก ปลาตะกรับ ปลาแป้น ปลากดขี้ลิง และกุ้งหัวแข็ง มีค่า 28.4 42.8 31.3 24.8 31.6 และ 37.0 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ 117.6 178.6 137.3 80.4 163.3 และ 162.9 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ $2.07x10^3$ $1.25x10^3$ $1.06x10^3$ $1.05x10^3$ $2.29x10^3$ และ $1.70x10^3$ ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 6

ในเดือนเมษายน ตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำ จำนวน 15 ชนิด คือ แอลฟา-เอชซีเอช เบต้า-เอชซีเอช แกมมา-เอชซีเอช เดลต้า-เอชซีเอช เฮปตาคลอร์ เฮปตาคลอร์ อีพอกไซด์ โอโธพารา-ดีดีอี พาราพารา-ดีดีอี พาราพารา-ดีดีดี โอโธพารา-ดีดีที พาราพารา-ดีดีที ดีลดริน เอ็นดริน เบต้า-เอ็นโดซัลแฟน และ แอลฟา-เอ็นโด ซัลแฟน สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ตรวจไม่พบในตัวอย่างสัตว์น้ำเลยจำนวน 3 ชนิด คือ โอโธพารา-ดีดีดี อัลดริน และ เอ็นโดซัลแฟน ซัลเฟต (ตารางผนวก 8, 12 และ 16)

ปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนรวม (OCPs) ที่ตรวจพบในสัตว์น้ำ คือ ปลาโคบ ปลากระบอก ปลาตะกรับ ปลาแป้น ปลากดขี้ลิง และกุ้งหัวแข็ง มีค่า 60.8 37.6 45.7 40.7 100.8 และ 23.8 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ 263.6 131.8 187.7 153.1 815.0 และ 90.7 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ $2.31x10^3$ $1.00x10^3$ $1.37x10^3$ $1.94x10^3$ $3.35x10^3$ และ $8.00x10^3$ ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน ตามลำดับ รายละเอียดดังตาราง 14

ในช่วงฤดูแล้ง (มีนาคมและเมษายน) พบปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ที่ตรวจพบในสัตว์น้ำ ดังนี้ ปลาโคบ ปลากระบอก ปลาตะกรับ ปลาแป้น ปลากดขี้ลิง และกุ้งหัวแข็ง ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนรวม (OCPs) มีค่าเฉลี่ย 44.6 39.7 38.5 32.7 66.2 และ 30.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ

190.6 155.0 162.5 116.8 489.1 และ 126.8 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ $2.19x10^3$ $1.13x10^3$ $1.21x10^3$ $1.50x10^3$ $2.82x10^3$ และ $1.25x10^3$ ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน ตามลำดับ (ตาราง 10) สารที่มีการตรวจพบส่วนใหญ่ คือ กลุ่มเอชซีเอช และกลุ่มดีดีที ส่วนกลุ่มอื่นๆ พบในปริมาณน้อย และภาพประกอบ 10

กลุ่มเอชซีเอช ในช่วงฤดูแล้ง ในปลาโคบ ปลากระบอก และปลาตะกรับ พบ เบต้า-เอชซีเอช > แกมมา-เอชซีเอช > เดลต้า-เอชซีเอช > แอลฟา-เอชซีเอช ในปลากดขี้ลิง และกุ้งหัวแข็ง พบ แกมมา-เอชซีเอช > เบต้า-เอชซีเอช > แอลฟา-เอชซีเอช > เดลต้า-เอชซีเอช และ ในปลาแป้น พบ แกมมา-เอชซีเอช > เบต้า-เอชซีเอช > เดลต้า-เอชซีเอช > แอลฟา-เอชซีเอช รายละเอียดดังแสดงในตาราง 8 และภาพประกอบ 11

กลุ่มดีดีที ในช่วงฤดูแล้ง ตรวจพบอนุพันธ์ โอโธพารา-ดีดีอี ในปริมาณสูงที่สุด รองลงมาคือ โอโธพารา-ดีดีที ส่วนอนุพันธ์อื่นๆ พบในปริมาณต่ำแตกต่างกันไปตามแต่ละชนิดสัตว์น้ำ คือ ในปลาโคบ ปลากระบอก และ ปลาตะกรับ พบ โอโธพารา-ดีดีอี > โอโธพารา-ดีดีที > โอโธพารา-ดีดีดี > พาราพารา-ดีดีที > พาราพารา-ดีดีอี > พาราพารา-ดีดีดี ไม่พบ พารา พารา-ดีดีดี ในปลาแป้น พบ โอโธพารา-ดีดีอี > โอโธพารา-ดีดีที > โอโธพารา-ดีดีดี > พารา พารา-ดีดีอี > ไม่พบ พาราพารา-ดีดีดี และ พาราพารา-ดีดีที ในปลากดขี้ลิง พบ โอโธพารา-ดีดีอี > โอโธพารา-ดีดีที > โอโธพารา-ดีดีดี > พาราพารา-ดีดีอี > พาราพารา-ดีดีที ไม่พบ พาราพารา-ดีดีดี ในกุ้งหัวแข็ง พบ โอโธพารา-ดีดีอี > โอโธพารา-ดีดีที > พาราพารา-ดีดีดี > พาราพารา-ดีดีที ไม่พบ พาราพารา-ดีดีอี และ โอโธพารา-ดีดีดี ดังรายละเอียดในตาราง 9 และภาพประกอบ 12

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง พบว่าในสัตว์น้ำแต่ละชนิดปริมาณการตกค้างมีลักษณะไม่แน่นอน และการศึกษาครั้งนี้มีการตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนได้ในทุกตัวอย่างสัตว์น้ำที่ทำการวิเคราะห์ สารกลุ่ม เอชซีเอช และกลุ่มดีดีที เป็นกลุ่มที่พบบ่อย และมีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้ง ดังรายละเอียดในตาราง 10

ตาราง 6 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกเฉลี่ย ในเดือนมีนาคม 2539

หน่วย µg/kg wet wt. (µg/kg dry wt.) {µg/kg fat wt.}	α - HCH	β - HCH	γ - HCH	δ - HCH	Hepta chlor	Hepta chlor epoxide	o,p′- DDE	p,p′- DDE	o,p′- DDD	p,p′- DDD	o,p′- DDT	p,p′- DDT	Aldrin	Diel- drin	Endrin	β - Endo sulfan	α - Endo sulfan	Endo sulfan sulfate	Total OCPs
ปลาโคบ	ND	11.7	4.0	0.3	0.4	0.5	0.4	5.6	ND	2.1	0.4	2.7	ND	ND	ND	0.3	0.4	ND	28.4
	ND	(47.8)	(16.4)	(1.0)	(1.7)	(2.0)	(1.7)	(22.7)	ND	(8.7)	(1.8)	(10.9)	ND	ND	ND	(1.1)	(1.8)	ND	(117.6)
	ND	{853.9}	{300.4}	{20.7}	{34.2}	{42.2}	{34.2}	{418.4}	ND	{135.2}	{21.1}	{170}	ND	ND	ND	{20.5}	{21.1}	ND	{2072}
ปลากระบอก	ND	14.8	15.7	0.3	ND	ND	0.3	7.3	ND	1.8	0.4	0.7	ND	0.3	ND	0.35	ND	ND	42.8
	ND	(58.0)	(62.1)	(2.5)	ND	ND	(1.4)	(35.2)	ND	(7.1)	(1.7)	(8.3)	ND	(1.4)	ND	(1.0)	ND	ND	(178.6)
	ND	{43.5}	{459.9}	{9.7}	ND	ND	{9.7}	{211.4}	ND	{50.8}	{12.1}	{48.4}	ND	{9.7}	ND	{7.3}	ND	ND	{1252}
ปลาตะกรับ	0.1	15.8	9.0	0.9	ND	ND	ND	1.4	ND	ND	ND	3.4	ND	ND	ND	0.7	ND	ND	31.3
	(0.3)	(68.7)	(40.3)	(3.7)	ND	ND	ND	(6.4)	ND	ND	ND	(14.9)	ND	ND	ND	(3.0)	ND	ND	(137.3)
	{2.6}	{532.7}	{307.4}	{28.7}	ND	ND	ND	{49.8}	ND	ND	ND	{115.4}	ND	ND	ND	{22.5}	ND	ND	{1059}
ปลาแป้น	ND	8.6	12.2	0.3	0.4	ND	ND	1.8	ND	ND	ND	1.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	24.8
	ND	(26.1)	(41.9)	(1.0)	(1.8)	ND	ND	(5.2)	ND	ND	ND	(4.3)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	(80.4)
	ND	{362.1}	{518.4}	{14.1}	{18.4}	ND	ND	{73.6}	ND	ND	ND	{62.8}	ND	ND	ND	ND	ND	ND	{1049}
ปลากดขี้ลิง	0.1	5.1	14.8	0.9	ND	ND	ND	6.1	ND	0.8	0.5	3.0	ND	ND	ND	0.3	ND	ND	31.6
	(0.5)	(26.4)	(76.9)	(4.7)	ND	ND	ND	(31.3)	ND	(4.3)	(2.6)	(15.4)	ND	ND	ND	(1.3)	ND	ND	(163.3)
	{7.9}	{305.1}	{1133}	{79.1}	ND	ND	ND	{447.1}	ND	{50.0}	{30.0}	{227.3}	ND	ND	ND	{15.0}	ND	ND	{2295}
กุ้งหัวแข็ง	5.4	7.7	16.1	0.6	ND	ND	ND	3.4	1.0	ND	0.9	1.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	37.0
	(24.1)	(33.4)	(70.8)	(2.6)	ND	ND	ND	(15.1)	(4.4)	ND	(4.1)	(8.5)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	(162.6)
	{262.7}	{328.7}	{741.6}	{26.5}	ND	ND	ND	{153.8}	{47.7}	ND	{44.7}	{91.9}	ND	ND	ND	ND	ND	ND	{1695}

หมายเหตุ : ND (non detectable) หมายถึงตรวจไม่พบ

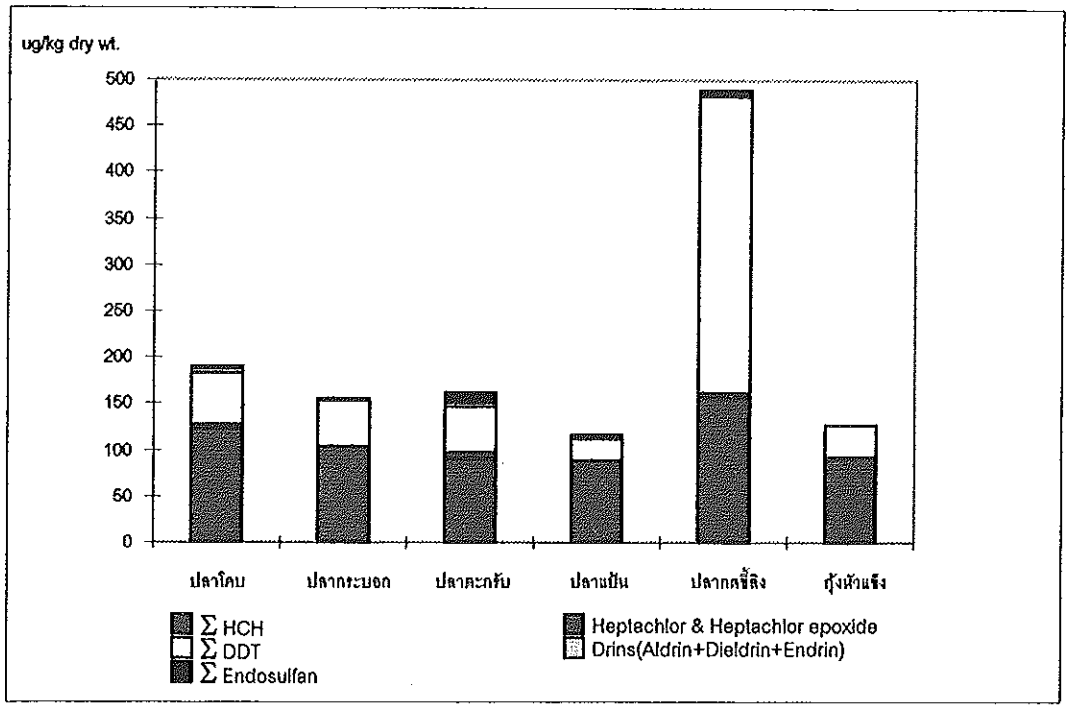
Minimum detection limit น้อยกว่า 0.1 µg/kg wet wt., 0.4 µg/kg dry wt. และ 4.1 µg/kg fat wt

ตาราง 7 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกเฉลี่ย ในเดือนเมษายน 2539

หน่วย µg/kg wet wt. (µg/kg dry wt.) {µg/kg fat wt.}	α - HCH	β - HCH	γ - HCH	δ - HCH	Hepta chlor	Hepta chlor epoxi	o,p′- DDE	p,p′- DDE	o,p′- DDD	p,p′- DDD	o,p′- DDT	p,p′- DDT	Aldrin	Diel- drin	Endrin	β - Endo sulfan	α - Endo sulfan	Endo sulfan sulfate	Total OCPs
ปลาโคบ	ND	27.5	14.58	0.5	0.9	ND	ND	11.4	ND	1.4	ND	2.1	ND	ND	1.8	0.5	ND	ND	60.8
	ND	(117)	(62.8)	(2.3)	(4.0)	ND	ND	(50.8)	ND	(6.3)	ND	(9.3)	ND	ND	(8.7)	(2.4)	ND	ND	(263.6)
	ND	{1078}	{549.8}	{17.8}	{33.1}	ND	ND	{417.5}	ND	{51.0}	ND	{79.3}	ND	ND	{65.0}	{17.7}	ND	ND	{2309}
ปลากระบอก	ND	14.7	7.3	1.8	ND	0.8	ND	7.0	ND	2.1	ND	3.7	ND	ND	ND	0.3	ND	ND	37.6
	ND	(51.6)	(25.7)	(6.6)	ND	(2.8)	ND	(24.4)	ND	(6.8)	ND	(13.2)	ND	ND	ND	(0.8)	ND	ND	(131.8)
	ND	{390.4}	{195.2}	{49.1}	ND	{20.3}	ND	{186.0}	ND	{54.5}	ND	{98.2}	ND	ND	ND	{6.5}	ND	ND	{1000}
ปลาตะกรับ	0.2	6.6	8.3	0.8	3.0	0.3	0.3	11.6	ND	1.8	0.8	4.8	ND	ND	1.9	5.3	ND	ND	45.7
	(0.7)	(27.5)	(35.2)	(3.6)	(11.9)	(1.4)	(1.1)	(48.0)	ND	(7.6)	(3.3)	(19.4)	ND	ND	(7.3)	(20.7)	ND	ND	(187.7)
	{5.0}	{195.5}	{250.6}	{25.38}	{89.8}	{10.0}	{7.6}	{346.7}	ND	{54.8}	{24.8}	{142.1}	ND	ND	{57.1}	{157}	ND	ND	{1366}
ปลาแป้น	ND	13.5	11.3	2.3	ND	0.2	0.3	7.0	ND	0.5	ND	3.42	ND	0.5	ND	1.8	ND	ND	40.7
	ND	(56.6)	(42.2)	(6.6)	ND	(0.6)	(0.9)	(23.0)	ND	(2.2)	ND	(12.2)	ND	(2.2)	ND	(6.7)	ND	ND	(153.1)
	ND	{642.4}	{533.2}	{110.1}	ND	{8.2}	{12.3}	{338.1}	ND	{22.3}	ND	{163.5}	ND	{22.3}	ND	{90.1}	ND	ND	{1942}
ปลากดขี้ลิง	3.6	13.0	11.3	2.3	1.3	0.2	0.9	56.2	ND	5.3	0.3	4.5	ND	0.3	ND	0.6	0.8	ND	100.8
	(35.4)	(98.2)	(60.0)	(13.5)	(8.7)	(0.8)	(9.1)	(496.8)	ND	(46.5)	(1.6)	(34.2)	ND	(1.4)	ND	(4.7)	(4.1)	ND	(814.9)
	{120.8}	{416.9}	{383.6}	{83.6}	{45.7}	{6.5}	{30.3}	{1860}	ND	{173.1}	{12.9}	{151.6}	ND	{10.2}	ND	{25.6}	{32.4}	ND	{3354}
กุ้งหัวแข็ง	ND	2.7	9.6	1.4	0.5	ND	ND	8.1	ND	ND	ND	1.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	23.8
	ND	(10.5)	(36.3)	(5.5)	(1.9)	ND	ND	(30.9)	ND	ND	ND	(5.7)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	(90.7)
	ND	{98.7}	{313.3}	{51.4}	{15.7}	ND	ND	{272.8}	ND	ND	ND	{48.2}	ND	ND	ND	ND	ND	ND	{800}

หมายเหตุ : ND (non detectable) หมายถึงตรวจไม่พบ

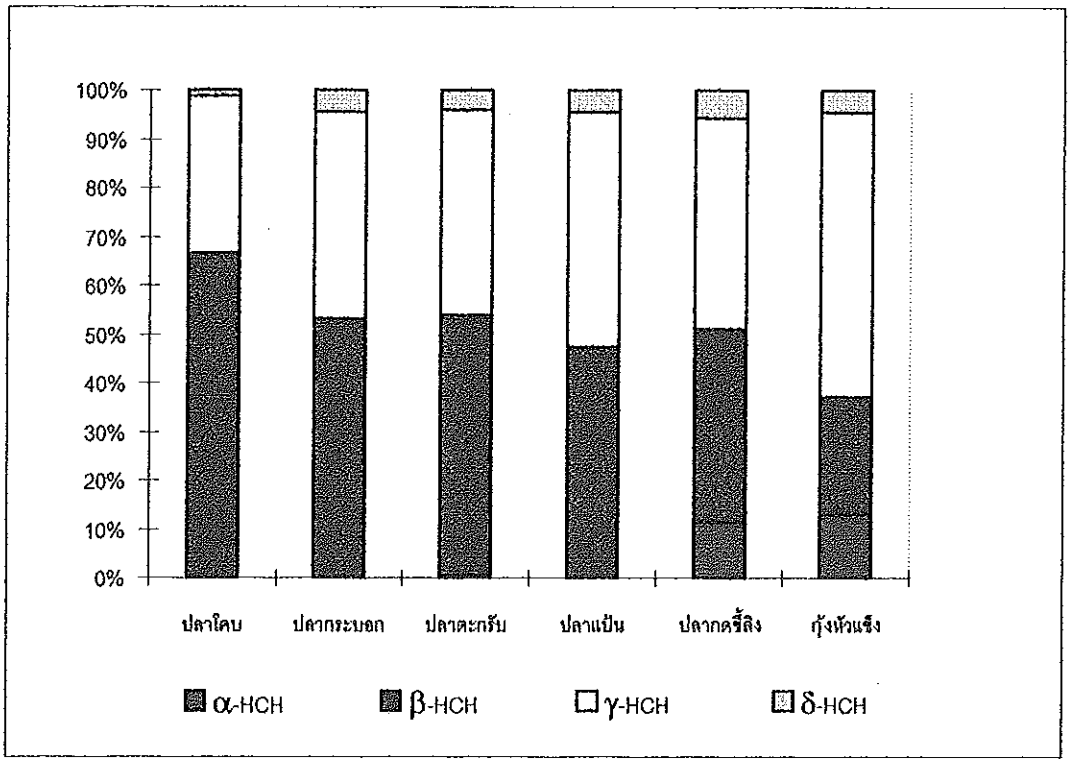
Minimum detection limit น้อยกว่า 0.1 µg/kg wet wt., 0.4 µg/kg dry wt. และ 4.1 µg/kg fat wt



ภาพประกอบ 10 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ในช่วงฤดูแล้ง

ตาราง 8 องค์ประกอบของ เอชซีเอช ในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดูฝน

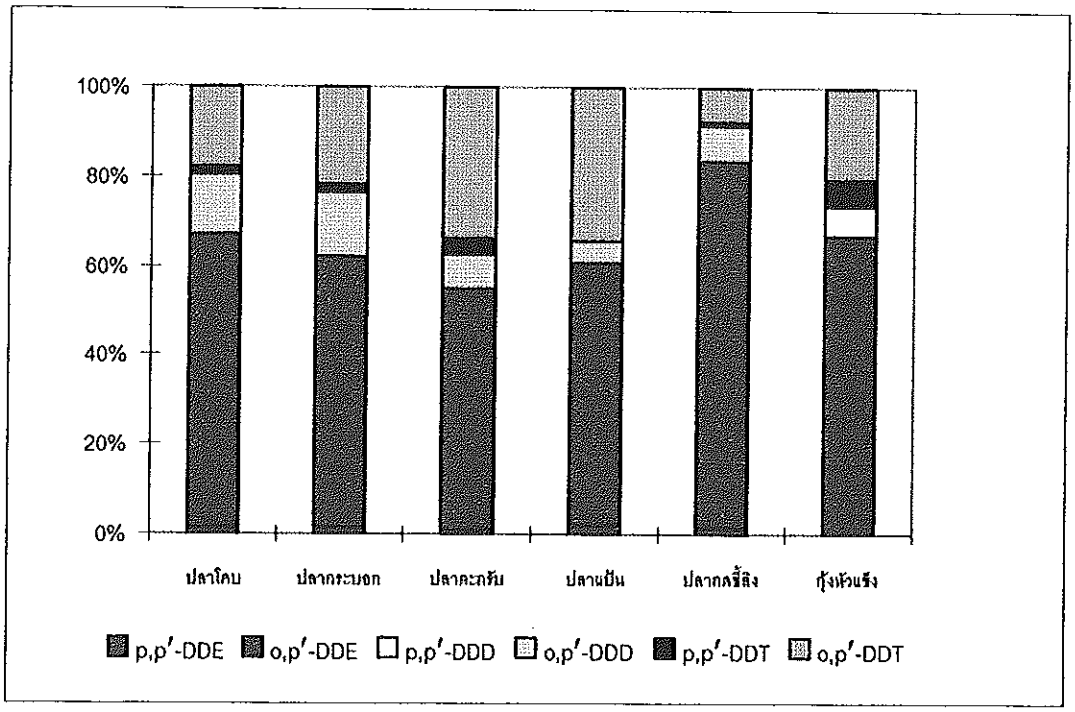
องค์ประกอบของ HCH (%)	ปลาโคบ	ปลากระบอก	ปลาตะกรับ	ปลาแป้น	ปลากดขี้ลิง	กุ้งหัวแข็ง
α - HCH	0.00	0.00	0.58	0.05	11.37	13.14
β - HCH	66.62	53.03	53.42	47.38	39.48	23.97
γ - HCH	32.03	42.54	41.91	48.18	43.36	58.47
δ - HCH	1.35	4.43	4.09	4.39	5.79	4.42



ภาพประกอบ 11 องค์ประกอบของ เอชซีเอช ในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดูแล้ง

ตาราง 9 องค์ประกอบของ ดีดีที ในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดูแล้ง

องค์ประกอบของ DDT (%)	ปลาโคบ	ปลากระบอก	ปลาตะกรับ	ปลาแป้น	ปลากดขี้ลิง	กุ้งหัวแข็ง
p,p′-DDE	1.55	1.39	1.11	1.89	1.42	0.00
o,p′-DDE	65.55	60.75	54.02	59.02	82.28	67.01
p,p′-DDD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.45
o,p′-DDD	13.36	14.25	7.57	4.53	7.92	0.00
p,p′-DDT	1.57	1.73	3.26	0.00	0.66	5.95
o,p′-DDT	17.97	21.88	34.04	34.56	7.72	20.59



ภาพประกอบ 12 องค์ประกอบของ ดีดีที ในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดูแล้ง

ตาราง 10 เปรียบเทียบปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก เฉลี่ยในระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง

สารกำจัดศัตรูพืช	ปลาโคบ		ปลากระบอก		ปลาตะกรับ		ปลาแป้น		ปลากดขี้ลิง		กุ้งหัวแข็ง	
µg/kg wet wt.	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
(µg/kg dry wt.)												
{µg/kg fat wt.}												
ΣHCH	14.5	29.2	26.3	27.3	24.6	20.9	11.2	24.0	18.1	25.6	17.0	21.7
	(58.1)	(123.7)	(105.1)	(102.9)	(84.9)	(90.0)	(51.7)	(87.3)	(90.6)	(157.8)	(71.3)	(91.6)
	{573.9}	{1410.3}	{1260.2}	{768.8}	{811.8}	{673.8}	{636.8}	{1090.1}	{1086.7}	{1265.2}	{1105.2}	{911.2}
ΣHeptachlor	0.6	0.9	1.6	0.4	1.2	1.7	1.4	0.3	1.3	0.7	1.8	0.3
	(2.2)	(3.9)	(7.6)	(1.4)	(4.6)	(6.7)	(6.3)	(1.3)	(6.6)	(4.7)	(7.5)	(0.9)
	{23.6}	{54.7}	{75.8}	{10.2}	{40.6}	{49.9}	{74.5}	{13.3}	{62.1}	{26.1}	{112.5}	{7.8}
ΣDDT	19.8	13.0	17.4	11.6	14.8	12.0	13.8	7.2	8.4	38.8	14.9	8.4
	(80.8)	(56.1)	(75.7)	(49.0)	(50.8)	(50.3)	(60.3)	(23.8)	(42.9)	(320.9)	(62.9)	(34.3)
	{805.9}	{663.2}	{796.4}	{335.5}	{498.4}	{370.6}	{719.9}	{336.3}	{471.7}	{1491.4}	{906.9}	{329.4}
ΣDrins	0.7	0.9	2.9	0.2	1.1	1.0	2.2	0.3	0.8	0.2	2.3	ND
	(2.4)	(4.3)	(11.9)	(0.7)	(3.8)	(3.7)	(10.0)	(1.1)	(23.7)	(0.7)	(9.8)	ND
	{27.4}	{32.5}	{133.1}	{4.8}	{37.8}	{28.6}	{119.9}	{11.2}	{301.7}	{5.1}	{144.2}	ND
ΣEndosulfan	0.5	0.59	1.75	0.3	1.0	3.0	1.17	0.92	2.5	0.9	2.3	ND
	(1.9)	(2.59)	(8.16)	(0.9)	(3.6)	(11.8)	(5.1)	(3.3)	(11.5)	(5.1)	(10.3)	ND
	{20.4}	{29.7}	{83.7}	{6.9}	{32.0}	{89.8}	{62.2}	{45.1}	{218.2}	{36.5}	{162.8}	ND
Total OCPs	36.1	44.6	50.0	39.7	42.7	38.5	29.7	32.7	31.1	66.2	38.3	30.4
	(145.4)	(190.6)	(208.5)	(155.0)	(147.7)	(162.5)	(133.4)	(116.8)	(175.3)	(489.1)	(161.8)	(126.8)
	{1451.3}	{2190.4}	{2349.2}	{1126.3}	{1420.6}	{1212.7}	{1613.2}	{1495.9}	{2140.3}	{2824.3}	{2431.6}	{1248.5}

หมายเหตุ : ND (Non detectable) หมายถึงตรวจไม่พบ

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อศึกษาความแตกต่างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้ง และศึกษาความแตกต่างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ระหว่างสัตว์น้ำกินพืชและสัตว์น้ำกินสัตว์เป็นอาหาร ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยใช้สถิติ t-test (Independence) รายละเอียดดังแสดงในตาราง 11 ถึง 12 และแสดงการประมวลผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติดังภาคผนวก

ตาราง 11 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างฤดูกาลของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก

ฤดูกาล / ชนิดสัตว์น้ำ	ปริมาณออร์กาโนคลอรีน (µg/kg dry wt.) ฤดูฝน Mean (SD)	ฤดูแล้ง Mean (SD)	p-value	t-value
1. ปลาโคบ	145.42 (86.95)	190.59 (95.26)	.41	-.86 ns
2. ปลากระบอก	208.53 (127.46)	153.09 (41.30)	.35	1.02 ns
3. ปลาตะกรับ	147.71 (59.64)	162.49 (44.98)	.64	-.48 ns
4. ปลาแป้น	133.35 (36.31)	113.02 (61.44)	.50	.66 ns
5. ปลากดขี้ลิง	175.31 (59.11)	489.13 (494.19)	.18	-1.54 ns
6. กุ้งหัวแข็ง	161.82 (119.24)	126.81 (57.53)	.53	.65 ns

จากตาราง 11 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำ บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้ง ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ นัยสำคัญ .05

ตาราง 12 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ระหว่างสัตว์น้ำกินพืชและสัตว์น้ำที่กินสัตว์เป็นอาหาร บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก

ชนิดสัตว์น้ำ	ปริมาณออร์กาโนคลอรีน (µg/kg dry wt.)		p-value	t-value
	สัตว์น้ำกินพืช	สัตว์น้ำกินสัตว์		
ฤดูกาล	Mean (SD)	Mean (SD)		
ฤดูฝน	176.97 (108.95)	154.55 (71.87)	.64	.74 ns
ฤดูแล้ง	171.84 (72.67)	222.86 (282.97)	.55	-.61 ns

จากตาราง 12 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ระหว่างสัตว์น้ำกินพืชและสัตว์น้ำที่กินสัตว์เป็นอาหาร จากบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

การศึกษาความสัมพันธ์ของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลการศึกษาความสัมพันธ์พบว่า ปริมาณการตกค้างสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหน่วยน้ำหนักเปียก ในหน่วยน้ำหนักแห้ง และในหน่วยน้ำหนักไขมัน มีความสัมพันธ์กัน ปริมาณไขมันในสัตว์น้ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณการตกค้างสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหน่วยน้ำหนักไขมัน ดังรายละเอียดในตาราง 23

ในการทดสอบสมมติฐานผู้วิจัยจะใช้ค่าความน่าจะเป็น (ค่า p) เป็นตัวพิจารณาปฏิเสธหรือยอมรับสมมติฐานทางสถิติ นอกจากนี้ยังพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (ค่า r) ด้วย ซึ่งมีระดับความสัมพันธ์ ดังรายละเอียดในตาราง 14

ตาราง 13 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ (Correlation Coefficient)

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)	ปริมาณ OCPs ในหน่วยน้ำหนักเปียก	ปริมาณ OCPs ในหน่วยน้ำหนักแห้ง	ปริมาณ OCPs ในหน่วยน้ำหนักไขมัน	ปริมาณไขมันในสัตว์น้ำ
ปริมาณ OCPs ในหน่วยน้ำหนักเปียก	1.00*			
ปริมาณ OCPs ในหน่วยน้ำหนักแห้ง	.92*	1.00*		
ปริมาณ OCPs ในหน่วยน้ำหนักไขมัน	.80*	.70*	1.00*	
ปริมาณไขมันในสัตว์น้ำ	.10	.06	.43*	1.00*

หมายเหตุ * $p < .05$: มีความสัมพันธ์กันที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตาราง 14 ความหมายของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)	มีความสัมพันธ์
0.00 - 0.20	ไม่มี
0.20 - 0.40	ต่ำ
0.40 - 0.60	กลาง
0.60 - 0.80	ค่อนข้างสูง
0.80 - 1.00	สูง

ที่มา : ธวัชชัย งามสันติวงศ์, 2540

บทที่ 4

บทวิจารณ์

ชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ตรวจพบในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก

จากการวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน 18 ชนิด ในตัวอย่างปลาและกุ้งบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกโดยการเก็บตัวอย่าง 4 ครั้ง คือ ในเดือนพฤศจิกายน และธันวาคม 2538 ในเดือนมีนาคม และเมษายน 2539 จากจุดเก็บตัวอย่างบริเวณท่าขึ้นสัตว์น้ำ 3 แห่ง คือ ท่าขึ้นสัตว์น้ำเกาะยอ ท่าขึ้นสัตว์น้ำคูเต่า และท่าขึ้นสัตว์น้ำปากจ่า เป็นตัวอย่าง 72 ตัวอย่าง ผลปรากฏว่า ตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนจำนวน 17 ชนิด คือ แกมมา-เอชซีเอช (ลินเดน) พบได้ในทุกตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ รองลงมาคือ พารา พารา-ดีดีอี ตรวจพบร้อยละ 94.4 พาราพารา-ดีดีที ร้อยละ 80.6 เดลต้า-เอชซีเอช ร้อยละ 66.7 เบต้า-เอชซีเอช ร้อยละ 55.6 เบต้า-เอนโดซัลแฟนร้อยละ 38.9 พาราพารา-ดีดีที และเฮปตาคลอร์ ร้อยละ 37.5 ดีลดรินร้อยละ 36.1 โอโธพารา-ดีดีอี ร้อยละ 27.8 โอโธพารา-ดีดีที และโอโธพารา-ดีดีดี ร้อยละ 22.2 แอลฟา-เอ็นโดซัลแฟน ร้อยละ 18.1 แอลฟา-เอชซีเอชร้อยละ 12.5 เฮปตาคลอร์ อีพอกไซด์ร้อยละ 9.7 เอ็นดริน ร้อยละ 5.6 และ อัลดรินร้อยละ 1.4 สารที่ตรวจไม่พบในตัวอย่างสัตว์น้ำเลย คือ เอ็นโดซัลแฟน ซัลเฟต ดังรายละเอียดในตาราง 15

ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนรวม (OCPs) ที่ตรวจพบ ในปลาโคบ ปลากระบอก ปลาตะกรับ ปลาแป้น ปลากดขี้ลิง และกุ้งหัวแข็ง มีค่า 40.4 45.2 40.7 31.0 50.9 และ 34.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ 168.0 181.9 155.1 124.4 333.0 และ 144.3 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ $1.82x10^3$ $1.74x10^3$ $1.32x10^3$ $1.55x10^3$ $2.50x10^3$ และ $1.83x10^3$ ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน ตามลำดับ ดังรายละเอียดในตาราง 16

ตาราง 15 ชนิดและจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก

ชนิดสัตว์น้ำ	บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่เก็บ	ชนิดของสารกำจัดศัตรูพืช และจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบ																	
			α-HCH	β-HCH	γ-HCH	∂-HCH	Heptachlor	Heptachlor epoxide	o,p'-DDE	p,p'-DDE	o,p'-DDD	p,p'-DDD	o,p'-DDT	p,p'-DDT	Aldrin	Deildrin	Endrin	β-Endosulfan	α-Endosulfan	Endosulfan sulfate
ปลาโดบ	เกาะยอ	4	1	3	4	1	1	-	-	4	-	3	2	4	-	-	1	1	1	-
	ดูเต่า	4	-	2	4	2	1	1	1	4	1	3	-	1	-	1	-	-	1	-
	ปากจ่า	4	-	2	4	3	2	-	2	4	1	3	-	2	-	1	-	1	-	-
ปลากระบอก	เกาะยอ	4	-	3	4	1	1	1	2	4	1	2	2	4	-	2	-	2	-	-
	ดูเต่า	4	-	3	4	3	-	-	-	4	-	1	-	2	-	2	-	2	-	-
	ปากจ่า	4	-	4	4	4	2	1	2	4	1	1	-	2	-	2	-	2	1	-
ปลาตะกรับ	เกาะยอ	4	1	4	4	2	2	-	1	4	-	2	1	4	-	2	-	1	1	-
	ดูเต่า	4	1	2	4	3	1	1	1	3	-	1	-	4	-	1	-	2	-	-
	ปากจ่า	4	-	2	4	2	2	1	1	4	1	3	2	4	-	2	1	4	1	-
ปลาเป็น	เกาะยอ	4	1	2	4	4	2	-	1	3	1	2	1	4	-	3	-	1	-	-
	ดูเต่า	4	-	2	4	1	1	1	1	3	-	-	-	3	-	-	-	1	1	-
	ปากจ่า	4	-	2	4	4	2	-	2	4	2	1	-	4	-	2	-	2	1	-
ปลากดขี้ลิง	เกาะยอ	4	1	2	4	3	1	-	1	4	1	2	2	4	-	2	1	3	-	-
	ดูเต่า	4	2	2	4	3	2	-	1	4	-	1	1	3	-	-	1	1	1	-
	ปากจ่า	4	-	-	4	3	2	1	1	4	1	1	1	4	-	1	-	2	1	-
กุ้งหัวแข็ง	เกาะยอ	4	1	1	4	4	2	-	2	4	3	1	3	4	-	2	-	1	2	-
	ดูเต่า	4	-	2	4	3	1	-	-	3	2	-	-	2	1	2	-	1	1	-
	ปากจ่า	4	1	2	4	2	2	-	1	4	1	-	1	3	-	1	-	1	1	-
จำนวนตัวอย่าง		72	9	40	72	48	27	7	20	68	16	27	16	58	1	26	4	28	13	-
ร้อยละที่พบ			12.5	55.6	100	66.7	37.5	9.7	27.8	94.4	22.2	37.5	22.2	80.6	1.4	36.1	5.6	38.9	18.1	-

หมายเหตุ - หมายถึงตรวจไม่พบ

ตาราง 16 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำเฉลี่ย บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก

หน่วย	α -	β -	γ -	δ -	Hepta	Hepta	o,p′-	p,p′-	o,p′-	p,p′-	o,p′-	p,p′-	Aldrin	Diel-	Endrin	β -	α -	Endo	Total
µg/kg wet wt.	HCH	HCH	HCH	HCH	chlor	chlor	DDE	DDE	DDD	DDD	DDT	DDT		drin		Endo	Endo	sulfan	OCPs
(µg/kg dry wt.)						epoxide										sulfan	sulfan	sulfate	
{µg/kg fat wt.}																			
ปลาโคบ	ND	11.9	9.7	0.3	0.7	0.1	0.3	11.4	0.3	1.4	0.3	2.8	ND	0.4	0.5	0.2	0.4	ND	40.4
	ND	(50.4)	(39.4)	(1.2)	(2.6)	(0.5)	(1.0)	(47.2)	(0.8)	(5.7)	(1.5)	(12.4)	ND	(1.2)	(2.2)	(0.9)	(1.4)	ND	(168)
	ND	{568}	{406.7}	{13.0}	{28.7}	{10.6}	{15.0}	{499.4}	{9.7}	{65.7}	{15.7}	{129.1}	ND	{13.7}	{16.3}	{9.6}	{15.5}	ND	{1816}
ปลากระบอก	ND	12.4	13.7	0.7	0.6	0.4	0.7	8.6	0.6	1.6	0.6	3.1	ND	1.5	ND	0.9	0.2	ND	45.2
	ND	(46.7)	(54.4)	(3.0)	(2.6)	(1.9)	(3.0)	(36.4)	(3.0)	(6.6)	(1.6)	(12.2)	ND	(6.3)	ND	(3.8)	(0.8)	ND	(181.9)
	ND	{455.5}	{535.4}	{23.5}	{27.3}	{15.7}	{30.5}	{328.2}	{28.9}	{51.1}	{13.6}	{113.6}	ND	{69.0}	ND	{37.3}	{8.0}	ND	{1738}
ปลาตะกรับ	0.1	11.2	10.9	0.6	1.4	0.1	0.3	7.3	0.1	0.9	0.6	4.4	ND	0.5	0.5	1.8	0.2	ND	40.7
	(0.3)	(43.2)	(41.4)	(2.6)	(5.3)	(0.4)	(1.0)	(26.9)	(0.2)	(3.6)	(2.1)	(16.8)	ND	(1.9)	(1.8)	(6.8)	(0.9)	ND	(155.1)
	{1.9}	{365.4}	{356.7}	{18.8}	{42.8}	{2.5}	{7.7}	{240.2}	{2.0}	{29.7}	{17.7}	{137.3}	ND	{18.9}	{14.3}	{54.1}	{6.8}	ND	{1317}
ปลาแป้น	0.1	6.8	9.8	1.0	0.8	0.0	0.4	5.4	0.4	0.4	0.3	3.4	ND	1.2	ND	0.9	0.2	ND	31.0
	(0.3)	(26.8)	(39.1)	(3.4)	(3.6)	(0.2)	(1.9)	(21.0)	(1.6)	(1.5)	(1.4)	(14.0)	ND	(5.6)	ND	(3.4)	(0.8)	ND	(124.4)
	{3.1}	{349.4}	{462}	{48.0}	{41.9}	{2.1}	{22.8}	{268.8}	{18.9}	{17.0}	{19.0}	{181.6}	ND	{65.5}	ND	{43.8}	{9.8}	ND	{1553}
ปลากดขี้ลิง	0.9	5.25	14.5	1.2	1.0	0.0	0.4	17.4	0.2	1.5	0.5	3.8	ND	0.5	2.11	1.3	0.5	ND	50.9
	(9.0)	(35.1)	(73.9)	(6.2)	(5.5)	(0.2)	(3.3)	(141.5)	(1.2)	(12.7)	(2.2)	(21.8)	ND	(2.3)	(9.9)	(6.0)	(2.3)	ND	(333)
	{32.2}	{222.4}	{861.5}	{59.6}	{42.5}	{1.6}	{16.0}	{676.8}	{10.3}	{55.8}	{31.8}	{207.3}	ND	{19.4}	{134}	{104.2}	{23.2}	ND	{2498}
กุ้งหัวแข็ง	1.4	4.6	12.7	0.7	1.0	ND	0.4	6.8	0.9	0.1	1.0	2.5	0.04	1.1	ND	0.3	0.9	ND	34.4
	(6.1)	(20.1)	(52.5)	(2.7)	(4.2)	ND	(1.6)	(27.9)	(3.7)	(0.6)	(4.5)	(10.3)	(0.15)	(4.8)	ND	(1.4)	(3.8)	ND	(144.3)
	{67.3}	{254.5}	{644.2}	{29.6}	{60.2}	ND	{23.5}	{342.7}	{50.7}	{9.1}	{64.0}	{128.2}	{1.55}	{70.5}	ND	{23.4}	{58.0}	ND	{1827}

หมายเหตุ : ND (non detectable) หมายถึงตรวจไม่พบ

Minimum detection limit น้อยกว่า 0.1 µg/kg wet wt., 0.4 µg/kg dry wt. และ 4.1 µg/kg fat wt

การที่ตรวจพบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนหลายชนิดตกค้างในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก เนื่องจากบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา มีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีพื้นที่ที่ใช้ในการเกษตรประมาณร้อยละ 60 และมีการใช้สารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืชกันอย่างแพร่หลาย (มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สำนักวิจัยและพัฒนา, 2533) นอกจากนี้ในด้านสาธารณสุขยังมีการใช้ ดีดีที เพื่อป้องกันกำจัดยุงซึ่งเป็นพาหะของไข้มาเลเรียอยู่ สารเหล่านี้สามารถเคลื่อนย้ายไปสู่แหล่งน้ำและตกค้างในดินตะกอนได้ เนื่องจากสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ การปนเปื้อนในน้ำจึงอยู่ในรูปที่เกาะติดกับอนุภาคแขวนลอยโดยเฉพาะดินที่ประกอบด้วยเปอร์เซนต์ของอนุภาคดินเหนียวและมีอินทรีย์วัตถุมาก ฉะนั้นการกระจายของมลสารเหล่านี้จึงเกิดจากการไหลพัดพาเอาอนุภาคแขวนลอยที่มีสารกลุ่มนี้เกาะอยู่ไปยังที่ต่างๆ โดยอนุภาคเล็กของที่แขวนลอยอยู่ในน้ำจะเกาะรวมกันเป็นอนุภาคใหญ่แล้วตกลงสู่ท้องน้ำโดยเฉพาะบริเวณปากคลองจะมีอัตราการตกตะกอนมากกว่าบริเวณอื่นๆ (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2536) เมื่อมีการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในระบบนิเวศน้ำสารที่ตกค้างก็จะเคลื่อนย้ายไปยังองค์ประกอบอื่นๆ ในระบบนิเวศต่อไป (Edwards, 1977) ดังนั้นการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในสัตว์น้ำอาจจะผ่านทางแหล่งน้ำโดยตรงหรือผ่านทางห่วงโซ่อาหารได้ การศึกษาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำครั้งนี้สามารถตรวจพบได้ในทุกตัวอย่างสัตว์น้ำที่ทำการวิเคราะห์ปริมาณการตกค้างในปลาและกุ้งทั้ง 6 ชนิด แม้ว่าจะมีการแยกประเภทสัตว์น้ำ เป็นสัตว์น้ำกินพืชและสัตว์น้ำประเภทกินสัตว์เป็นอาหาร แต่ไม่ได้เลือกชนิดสัตว์น้ำให้มีขนาดที่มีลักษณะเป็นไปตามห่วงโซ่อาหาร สัตว์น้ำแต่ละชนิดที่ใช้ในการศึกษานั้นได้เลือกเอาขนาดที่โตเต็มวัยของสัตว์น้ำชนิดนั้นๆ การศึกษาครั้งนี้จึงไม่สามารถชี้ให้เห็นถึงการถ่ายทอดในลักษณะห่วงโซ่อาหารได้

กลุ่มเอชซีเอช ที่ตรวจพบคือ แกมมา-เอชซีเอช (ลินเดน) พบในช่วง 9.7-14.5 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 39.1-73.9 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง 356.7-861.6 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน เบต้า-เอชซีเอช พบในช่วง 4.6-12.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 20.1-50.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง 222.4-568.0 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน เดลต้า-เอชซีเอช พบในช่วง 0.3-1.2 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 1.2-6.2 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง 13.0-59.6 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน และแอลฟา-เอชซีเอช พบในช่วง ND-3.1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก ND-9.0 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ND-67.3 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน ตรวจพบ แกมมา-เอชซีเอช

> เบต้า-เอชซีเอช > เดลต้า-เอชซีเอช > แอลฟา-เอชซีเอช มีค่าเฉลี่ย 11.9 8.7 0.7 และ 0.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ 50.1 37.0 3.2 และ 2.6 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ 544.4 369.2 32.1 และ 17.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ บุญเสริม เซ่งล่าย (2540) ในช่วงระยะเวลาเดียวกันในทะเลสาบสงขลาตอนนอกพบว่า แกมมา-เอชซีเอช และ เบต้า-เอชซีเอช เป็นอนุพันธ์ที่พบมากและบ่อยกว่าอนุพันธ์อื่น เอชซีเอชนั้น ห้ามนำเข้ามาใช้เพื่อกิจกรรมทางการเกษตรโดยกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2523 เนื่องจากสารกลุ่มนี้มีฤทธิ์ตกค้างได้นาน และเป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ได้ แต่สารกลุ่มนี้ยังอนุญาตให้ใช้อยู่ในรูปของอนุพันธ์ แกมมา-เอชซีเอช ซึ่งนำเข้ามาในรูปของลินเดน เนื่องจากเทคนิคอลลินเดนประกอบด้วย แกมมา-เอชซีเอช ร้อยละ 90 ผสมกับ แอลฟา-เอชซีเอช เบต้า-เอชซีเอช และไอโซเมอร์อื่นๆ (UNEP *et al.*, 1983) ดังนั้นเดลต้า-เอชซีเอช เบต้า-เอชซีเอช และแอลฟา-เอชซีเอช อาจถูกนำมาใช้ในรูปของลินเดน จากข้อมูลการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชในปี พ.ศ. 2537 ลินเดนยังมีการนำเข้ามาใช้ทางด้านการเกษตรอยู่ (กรมวิชาการเกษตร, 2538) และนอกจากนี้ลินเดนยังใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างใช้คลุกเมล็ด รมดิน ฉีดพ่นบนใบพืช ผลไม้ พืชผัก ซุง และใช้กำจัดแมลงปศุสัตว์ (ปรีชา พุทธิปรีชาพงษ์ และ พัฒนันท์ สังขะตะวรรธน์, 2530) โดยเฉพาะ Lindane 20 % W/P EC ที่ใช้ป้องกันกำจัดปลวกและแมลงที่ทำลายลังบรรจุยางพารา ซึ่งใช้กันอยู่ทั่วไปในภาคใต้ จะเห็นได้ว่าสารกลุ่มนี้สามารถนำมาใช้งานได้อย่างกว้างขวาง ไม่ได้จำเพาะอาชีพใดอาชีพหนึ่ง สามารถใช้ในบ้านที่อยู่อาศัย ใช้ในการเกษตรกรรม และอุตสาหกรรม ฉะนั้น จึงพบการปนเปื้อนได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม

เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลอร์ อีพอกไซด์ เป็นสารเคมีที่เกษตรกรนิยมใช้ควบคุมแมลงในดิน ป้องกันและกำจัดแมลงสาบ มด ปลวก ตามบ้านเรือน (สุรภี โรจน์อารยนนท์, 2526) ปริมาณการตกค้างของ เฮปตาคลอร์ พบในช่วง 0.6-1.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 2.6-5.5 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง 27.3-60.2 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน มีค่าเฉลี่ย 0.9 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 4.0 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง 40.5 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน และเฮปตาคลอร์ อีพอกไซด์ พบในช่วง ND-0.13 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก ND-1.9 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ND-15.7 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน มีค่าเฉลี่ย 0.12 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 0.5 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง 5.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน เฮปตาคลอร์มีครึ่งชีวิต 0.8 ปีสามารถสลายตัวให้เฮปตาคลอร์ อีพอกไซด์โดยจุลินทรีย์เมื่ออยู่ในสภาพ

ไร้อากาศจะมีความคงทนและมีความเป็นพิษสูงกว่าเฮปตาคลอร์ (Hill and MAC Carty, 1967) ถึงแม้ เฮปตาคลอร์ได้ถูกห้ามนำเข้ามาใช้ทางการเกษตรโดยกรมวิชาการเกษตรตั้งแต่ปีพ.ศ. 2531 แต่จากการออกสำรวจร้านค้าเคมีเกษตรในอำเภอหาดใหญ่จังหวัดสงขลาบางร้านยังพบมีเฮปตาคลอร์จำหน่ายอยู่โดยใช้ชื่อการค้าว่า อัมรินทร์ ซึ่งเป็นสารใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงในดิน เช่น มด และปลวก ฯลฯ ดังนั้น จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่มีการตรวจพบการปนเปื้อนของเฮปตาคลอร์และ เฮปตาคลอร์ อีพอกไซด์ในสัตว์น้ำ

ดีดีทีเป็นสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนอีกชนิดหนึ่งที่ตรวจพบในสัตว์น้ำทุกชนิดที่ทำการศึกษา โดยพบ พาราพารา-ดีดีอี พบในช่วง 5.4-17.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 21.0-141.5 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง 240.2-676.8 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน พาราพารา-ดีดีที พบในช่วง 2.5-4.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 10.3-21.8 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง 113.6-207.3 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน พาราพารา-ดีดีดี พบในช่วง 0.1-1.6 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 0.6-12.7 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง 9.1-65.7 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน โอโธพารา-ดีดีที พบในช่วง 0.3-1.0 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 1.4-4.5 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง 13.6-64.0 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน โอโธพารา-ดีดีดี พบในช่วง 0.1-0.9 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 0.2-3.7 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง 2.0-50.7 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน และโอโธพารา-ดีดีอี พบในช่วง 0.3-0.7 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 1.0-3.3 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง 7.7-30.5 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน การศึกษาครั้งนี้พบว่า พาราพารา-ดีดีอี > พาราพาร-ดีดีที > พาราพารา-ดีดีดี > โอโธพารา-ดีดีที > โอโธพารา-ดีดีอี และ โอโธพารา-ดีดีดี มีค่าเฉลี่ย 9.5 3.3 1.0 0.5 0.4 และ 0.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ 50.2 14.6 5.0 2.2 2.0 และ 1.8 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ 393.0 149.5 38.1 27.0 19.2 และ 20.1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของสถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ (2531) ที่ศึกษา ดีดีที ตกค้างในหอย 3 ชนิด คือ หอยลาย หอยแครง และ หอยนางรม บริเวณแหล่งเพาะเลี้ยงชายฝั่ง (เพชรบุรี สุราษฎร์ธานี และพังงา) ส่วนใหญ่พบอยู่ในรูปดีดีอี และการศึกษาของ Siriwong *et al.* (1991) ศึกษาพบ ดีดีที ตกค้างในหอยแมลงภู่ พบอยู่ในรูปพารา-ดีดีอีสูงที่สุด (p,p′-DDE > p,p′-DDT > p,p′-DDD > o,p′-DDD > o,p′-DDE > o,p′-DDT) NOAA (1998) และ Ramesh *et al.*(1990) อ้างถึงใน Siriwong *et al.* (1991) รายงานว่าการตกค้างของดีดีทีในหอยแมลงภู่พบ พาราพารา-ดีดีอี และ พาราพารา-ดีดีที เป็น

ส่วนใหญ่ และ Shailaja and Sengupta (1989) ศึกษาการตกค้างของดีดีทีในปลาจากทะเลอาราเบียนตะวันออก (Eastern Arabian sea) รายงานว่าพบ พาราพารา-ดีดีอี เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณดีดีทีในน้ำและดินตะกอนบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกส่วนใหญ่พบอนุพันธ์พาราพารา-ดีดีที มากกว่าอนุพันธ์อื่น (บุญเสริม เชิ่งล่าย, 2540) ทั้งนี้เนื่องจากสารออกฤทธิ์ที่สำคัญของดีดีที ประกอบด้วย พาราพารา-ดีดีที ร้อยละ 77.1 โอโธพารา-ดีดีที ร้อยละ 14.9 พาราพารา-ดีดีดี ร้อยละ 0.3 โอโธพาราพารา-ดีดีดี ร้อยละ 0.1 พาราพารา-ดีดีอี ร้อยละ 4.0 โอโธพารา-ดีดีอี ร้อยละ 0.1 และองค์ประกอบอื่นๆ ร้อยละ 3.5 (Smith, 1991) แต่การที่ตรวจพบ พาราพารา-ดีดีอี ในปริมาณสูงกว่าอนุพันธ์อื่นในสัตว์น้ำ เนื่องจากดีดีทีสามารถถูกเมตาโบไลท์ด้วยสิ่งมีชีวิตต่างๆ กลายเป็นอนุพันธ์ของดีดีดีและดีดีอีได้ นอกจากนี้จุลินทรีย์ต่างๆ ก็มีความสำคัญในการเปลี่ยนรูปของดีดีทีได้ เช่น ปฏิกิริยาดีไฮโดรคลอริเนชั่น (Dehydrochlorination) ที่สามารถเปลี่ยนรูปดีดีทีเป็นดีดีอี ปฏิกิริยานี้จะเกิดได้ดีในสัตว์ชั้นสูง ดีดีที ที่ตกค้างในสิ่งแวดล้อมในสภาวะที่ขาดออกซิเจน (Anaerobic) จะถูกเมตาโบไลท์ด้วยจุลินทรีย์กลายเป็น ดีดีดี ได้ (Matsumura, 1982) และพิษตกค้างของดีดีทีในเนื้อเยื่อสัตว์สามารถเปลี่ยนเป็นดีดีอีได้ (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1964) และ Kiel and Prister (1969) อ้างถึงใน เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต (2536) ตรวจพบดีดีอีในไดอะตอมภายหลังที่ได้เลี้ยงไดอะตอมนี้ไว้ในน้ำทะเลที่มีดีดีทีเจือปนอยู่และในปีเดียวกันได้มีรายงานการพบ ทีดีอีและดีดีอีใน Chlorella ที่เลี้ยงไว้ในน้ำที่มีดีดีทีเจือปนอยู่ (Christie, 1969 อ้างถึงในเปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2536) ปฏิกิริยาการเปลี่ยนรูปของดีดีทีเป็นดีดีอี และดีดีดี (ภาพผนวก 3) การที่พบ พาราพารา-ดีดีที รองลงมาแสดงถึงระยะเวลาการปนเปื้อนได้ว่าเพิ่งเกิดการปนเปื้อนของดีดีทีในสัตว์น้ำ เพราะพาราพารา-ดีดีทีเป็นอนุพันธ์หลักที่ใช้ในส่วนผสมในดีดีที ถึงแม้ว่าประเทศไทยได้ประกาศห้ามใช้ดีดีทีทางการเกษตรตั้งแต่ปีพ.ศ. 2526 แต่ยังคงอนุญาตให้ใช้ทางด้านสาธารณสุขได้ เพื่อป้องกันกำจัดพาหะของไข้มาเลเรีย ประกอบทั้งเหตุผลทางด้านเศรษฐกิจ จากสถิติปริมาณดีดีทีที่ใช้ในงานควบคุมมาเลเรีย ในพื้นที่สามจังหวัดบริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา คือ สงขลา พัทลุง และนครศรีธรรมราช พบว่าตั้งแต่ปี พ.ศ.2535 ถึงปี พ.ศ.2538 มีปริมาณการใช้ประมาณ 23,759 กิโลกรัม 18,025 กิโลกรัม 11,996 กิโลกรัม และ 9342 กิโลกรัม ตามลำดับ (กรมควบคุมโรคติดต่อ, ศูนย์มาเลเรียเขต 4 จังหวัดสงขลา, 2539) จะเห็นว่ามีปริมาณการใช้ลดลงทุกปี แต่สาเหตุที่ยังมีการตกค้างของดีดีทีในสัตว์น้ำอยู่ เนื่องจากสารชนิดนี้มีความคงทนในสิ่งแวดล้อมมากที่สุดในสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มเดียวกัน จะสลายตัวร้อยละ 95 ในเวลา 4-30 ปี (Edwards, 1976)

กลุ่มดริน สารในกลุ่มนี้ได้แก่ อัลดริน เอ็นดริน และดีลดริน มีการตรวจพบ ดังนี้ อัลดริน ตรวจพบเพียงตัวอย่างเดียวในกุ้งหัวแข็ง คิดเป็นร้อยละ 1.4 ของตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการตรวจวิเคราะห์ พบในช่วง ND-0.04 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก ND-0.2 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ND-1.6 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน เอ็นดริน มีการตรวจพบจำนวนน้อยร้อยละ 5.6 ของตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการวิเคราะห์พบในช่วง ND-2.11 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมในน้ำหนักเปียก ND-9.87 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ND-134.0 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน ดีลดริน มีการตรวจพบในสัตว์น้ำร้อยละ 36.1 ของตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการตรวจวิเคราะห์พบในช่วง 0.4-1.5 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 1.2-5.6 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง 13.7-70.5 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน สารในกลุ่มดริน ตรวจพบ ดีลดริน > เอ็นดริน > อัลดริน มีค่าเฉลี่ย 0.9 0.5 และ 0.01 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียกตามลำดับ 3.7 2.3 และ 0.03 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ 42.9 27.4 และ 0.3 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการตกค้างในน้ำและดินตะกอนบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกจากการศึกษาของบุญเสริม เช่งล่าย (2540) ในช่วงระยะเวลาเดียวกันในน้ำพบดีลดรินเพียงตัวอย่างเดียวไม่พบอัลดรินและเอ็นดริน ในดินตะกอนพบสารกลุ่มดรินบ่อยและมีปริมาณเพิ่มขึ้น แต่พบ อัลดริน > เอ็นดริน > ดีลดริน

ในประเทศไทยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ห้ามใช้เอ็นดรินในการเกษตร ตั้งแต่ปี 2524 อัลดรินและดีลดริน ห้ามใช้ในด้านการเกษตร ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2531 (กรมวิชาการเกษตร, 2538) เอ็นดรินนั้นมีครึ่งชีวิต 2.2 ปี การสลายตัวร้อยละ 95 โดยเฉลี่ยแล้วใช้เวลา 7 ปี และอัลดรินสลายตัวได้เร็วกว่าออร์กาโนคลอรีนชนิดอื่นๆ มีครึ่งชีวิตเพียง 0.3 ปี เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมจะมีการสลายตัวและเปลี่ยนรูปไปเป็นดีลดรินได้โดยพวกจุลินทรีย์ต่างๆ ซึ่งเป็นสารที่มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันแต่สูตรโครงสร้างต่างกัน ส่วนดีลดรินนั้นมีความคงทนอยู่ในดินได้เป็นเวลานาน สลายตัวร้อยละ 95 ในเวลา 5-25 ปี (Ewards, 1976) และดีลดรินเมื่อตกค้างในดินตะกอนท้องน้ำจะสลายตัวได้ช้ามากในสภาพไร้ออกซิเจน (Hill and Mac Carty, 1967) อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มีการพบดีลดรินสูงกว่าเอ็นดรินและอัลดรินในสัตว์น้ำ Duke (1977) กล่าวว่าพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำที่มีการปนเปื้อนของสารฆ่าแมลงสามารถจะรับสารฆ่าแมลงเพิ่มขึ้นจากแหล่งน้ำที่อาศัยอยู่ และจากการถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหารและตามลำดับชั้นอาหาร (Trophic Levels) ที่สูงขึ้น และสัตว์น้ำที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ส่วนใหญ่เป็นสัตว์น้ำที่มี

พฤติกรรมหากินตามท้องน้ำบริเวณหน้าดิน ดังนั้น จึงมีการตรวจพบสารในกลุ่มนี้ในตัวอย่างสัตว์น้ำได้

เอ็นโดซัลแฟน ในตัวอย่างสัตว์น้ำจากบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกตรวจพบเบต้า-เอ็นโดซัลแฟนได้บ่อยครั้งกว่าแอลฟา-เอ็นโดซัลแฟน โดยตรวจพบร้อยละ 38.9 และ 18.1 ตามลำดับ ปริมาณที่ตรวจพบ เบต้า-เอ็นโดซัลแฟน พบในช่วง 0.2-1.8 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 0.9-6.8 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง 9.6-104.2 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน มีค่าเฉลี่ย 0.9 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 3.7 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง 45.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน และ แอลฟา-เอ็นโดซัลแฟน พบในช่วง 0.2-0.9 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 0.8-3.8 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง 6.8-58.0 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน มีค่าเฉลี่ย 0.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 1.7 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง 20.2 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน เอ็นโดซัลแฟนเป็นสารกำจัดศัตรูพืชชนิดหนึ่งที่ยังมีการนำเข้ามาใช้ในด้านการเกษตรอยู่ (กรมวิชาการเกษตร, 2538) สารกลุ่มนี้ประกอบด้วย แอลฟา-เอ็นโดซัลแฟน และ เบต้า-เอ็นโดซัลแฟน ในอัตราส่วน 70 : 30 (Gupta, 1986) เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมคือจะมีความเป็นพิษต่อปลาสูง แต่เป็นสารสลายตัว ได้ง่ายในสิ่งแวดล้อม บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกไม่พบการตกค้างของเอ็นโดซัลแฟนในน้ำ และพบเพียงเล็กน้อยในดินตะกอน ทั้งนี้ pH อุณหภูมิ อาจมีผลต่อการสลายตัวของเอ็นโดซัลแฟน ค่า pH และอุณหภูมิ ในช่วงฤดูฝน(พฤศจิกายน และธันวาคม) เฉลี่ย 6.6 และ 26.3°ซ ในฤดูแล้ง (มีนาคม และเมษายน) เฉลี่ย 7.6 และ 32.2°ซ (บุญเสริม เซ่งล่าย,2540) การสลายตัวของเอ็นโดซัลแฟน (α,β) ในน้ำเกิดขึ้นด้วยกระบวนการ Hydrolysis และพบว่า pH จะมีผลต่อกระบวนการ Hydrolysis ได้มากพบว่า pH 8.5 ที่อุณหภูมิห้อง แอลฟา-เอ็นโดซัลแฟน มีครึ่งชีวิต 3-6 วัน และ เบต้า-เอ็นโดซัลแฟน มีครึ่งชีวิต 1-7 วัน (Peterson and Batley, 1993) WHO (1984) กล่าวถึงรายงานการศึกษาเอ็นโดซัลแฟนในน้ำปกติ ซึ่งมีค่า pH เท่ากับ 7 และอิ่มตัวด้วยออกซิเจน จะสลายตัวในเวลา 7 วัน ถ้าไม่มีออกซิเจนใช้เวลา 5 สัปดาห์ แต่ถ้า pH เท่ากับ 5 ใช้เวลาถึง 5 เดือน Sunderam (1990) อ้างถึงใน Peterson and Batley (1993) รายงานว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิก็มีผลต่อ Hydrolysis อุณหภูมิในช่วง 25-30°ซ แอลฟา-เอ็นโดซัลแฟนมีการอ่อนไหว (sensitive) ต่อการเปลี่ยนแปลงได้มากกว่า เบต้า-เอ็นโดซัลแฟน อย่างไรก็ตามการสลายตัวของแอลฟา-เอ็นโดซัลแฟนยังมีกลไกอื่นๆ อีก เช่น Volatilization Isomerisation หรือ Biological hydrolysis จากการที่แอลฟา-เอ็นโดซัลแฟน มีการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายกว่าเบต้า-เอ็นโดซัลแฟน

จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ตรวจพบการตกค้างของเบต้า-เอ็นโดซัลแฟน ได้มากกว่า แอลฟา-เอ็นโดซัลแฟน ส่วนเอ็นโดซัลแฟนในรูป เอ็นโดซัลแฟน ซัลเฟต ในสิ่งแวดล้อมนั้นจะต้องผ่านกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ต่างๆ (Biological degradation) ก่อน (ภาพผนวก 5) ประกอบกับเอ็นโดซัลแฟนเป็นสารที่สลายตัวได้ง่ายในสิ่งแวดล้อม โอกาสที่จะผ่านกระบวนการดังกล่าว และตกค้างมายังสัตว์น้ำคงมีน้อย จึงทำให้ตรวจไม่พบเอ็นโดซัลแฟนในรูปของเอ็นโดซัลแฟน ซัลเฟต ในตัวอย่างสัตว์น้ำของการศึกษาครั้งนี้

การศึกษาความแตกต่างของสารกำจัดศัตรูพืช กลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก

ผลการเปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติ ของค่าเฉลี่ยระหว่างฤดูกาลของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำทุกชนิดที่ทำการศึกษาพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับกับการศึกษาของบุญเสริม เซ่งล่าย (2540) ที่ศึกษาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในน้ำและดินตะกอนในช่วงระยะเวลาเดียวกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างฤดูกาล และสอดคล้องกับการศึกษาของ กนกพร อธิสุข และคณะ (2529) พบว่าปริมาณสารตกค้างในตัวอย่างกุ้งไม่มีความสัมพันธ์กับฤดูกาลที่เก็บตัวอย่าง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสัตว์น้ำแต่ละชนิดมีช่วงการเจริญเติบโตผ่านทั้งสองฤดูกาล ก่อนที่จะมีขนาดโตเต็มวัย หรือมีขนาดโตพอที่สามารถจะจับมาใช้บริโภคได้ แม้ว่าอาจจะมีปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชลงสู่แหล่งน้ำในแต่ละเดือนมากน้อยต่างกันตามฤดูกาลของการปลูกพืชชนิดต่างๆ เนื่องจากสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนเมื่ออยู่ในแหล่งน้ำมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำแต่ละลายได้ดีในไขมัน ทำให้การสะสมในสิ่งมีชีวิตซึ่งผ่านทางห่วงโซ่อาหารหรือมีการรับสารจากแหล่งน้ำโดยตรง เกิดขึ้นได้ตลอดเวลาในช่วงการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำชนิดนั้นๆ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างสัตว์น้ำกินพืชและสัตว์น้ำกินสัตว์เป็นอาหาร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากผู้วิจัยได้เลือกขนาดของสัตว์น้ำทั้งสองประเภทมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งมีขนาดโตเต็มวัย ทั้งนี้ยังมีปัจจัยอื่นอีกที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำ เช่น ความสามารถในการรับสารและความสามารถในการขจัดสารออกจากร่างกายในสัตว์น้ำแต่ละชนิดแตกต่างกัน อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าเฉลี่ยในสัตว์น้ำทั้งสองประเภทไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การศึกษาความสัมพันธ์

ความสัมพันธ์ของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำ ปริมาณสารในหน่วยน้ำหนักเปียกมีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงต่อปริมาณสารในหน่วยน้ำหนักแห้ง และปริมาณสารในหน่วยน้ำหนักไขมัน ส่วนปริมาณไขมันในสัตว์น้ำไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหน่วยน้ำหนักเปียก และปริมาณสารในหน่วยน้ำหนักแห้ง แต่ปริมาณไขมันในสัตว์น้ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในหน่วยน้ำหนักไขมัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Siriwong *et al.* (1991) พบว่าปริมาณออร์กาโนคลอรีนตกค้างในหอยแมลงภู่มีความสัมพันธ์กับปริมาณไขมัน และ Young *et al.*(1972) และ Phillips. (1980) อ้างถึงใน Siriwong *et al.* (1991) รายงานว่าปริมาณความเข้มข้นของสาร Lipophilic organic contaminant ในสัตว์น้ำจะแปรผันตามปริมาณไขมันของสัตว์น้ำนั้น

ความสัมพันธ์ของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำกับสิ่งแวดล้อม จากข้อมูลผลการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำ เปรียบเทียบในน้ำ ดินตะกอน และในนกน้ำ บริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา พบว่า มีค่าสูงขึ้นตามลำดับ นั่นคือในสัตว์น้ำจะมีปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนสูงกว่าในน้ำและดินตะกอน โดยค่าเฉลี่ยในตัวอย่างน้ำมีค่า 0.01 ไมโครกรัมต่อลิตร ดินตะกอนมีค่า 23.0 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง (บุญเสริม เช่งล่าย, 2540) ในสัตว์น้ำมีค่า 183.9 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง (การศึกษาครั้งนี้) และไข่นกน้ำมีค่า 243.2 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง (Metta Penpolcharoen, 1994) ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในดินตะกอนจะสูงกว่าในน้ำประมาณ 2,300 เท่า ในสัตว์น้ำจะสูงกว่าในดินตะกอนประมาณ 8 เท่า ในไข่นกน้ำจะสูงกว่าในสัตว์น้ำประมาณ 1.3 เท่า จะเห็นว่าปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสิ่งมีชีวิตจะมีค่าสูงกว่าในสิ่งแวดล้อม และจะมีค่าสูงขึ้นตามลำดับของผู้ล่า เนื่องจากสารกลุ่มนี้มีคุณสมบัติในการสะสมในสิ่งมีชีวิตได้ (Bioaccumulation) จึงทำให้เกิดการสะสมตามลำดับของห่วงโซ่อาหาร

ผลการศึกษาครั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของผู้อื่นพบว่า การตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกมีปริมาณการตกค้างใกล้เคียงกับการศึกษาบริเวณอื่น รายละเอียดดังตาราง 17

ตาราง 17 เปรียบเทียบผลการศึกษาสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลากับบริเวณอื่น

สถานที่ศึกษา	ปีการศึกษา	ปริมาณสาร OCPs
บริเวณป่าชายเลนชายฝั่งทะเลตะวันออกอ่าวไทยตอนบน[1]	2525	0.046-0.051 mg/kg wet wt.
บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทยตอนบน[2]	2525 - 2526	< 0.01-0.27 mg/kg wet wt.
สมุทรปราการ[3]	2526 - 2527	< 0.01 - 0.01 mg/kg dry wt.
ชายฝั่งทะเลของอ่าวไทย[4]	2532	0.15 - 0.36 mg/kg fat wt.
บึงบอระเพ็ด[5]	2532	0.03-0.59 mg/kg wet wt.
หนองหาร[5]	2532	0.01-0.02 mg/kg wet wt.
กว๊านพะเยา[5]	2532	0.02-0.03 mg/kg wet wt.
ทะเลสาบสงขลาตอนนอก[6]	2538 - 2539	0.03-0.05 mg/kg wet wt. 0.12-0.33 mg/kg dry wt. 1.32-2.50 mg/kg fat wt.

ที่มา : 1. ธรรมนูญ เพชรยศ (2526)
2. กอบทอง ฐูปหอม และคณะ (2527)
3. กนกพร อธิสุข และคณะ (2529)
4. Siriwong *et al.* (1991)
5. ประภัสสรา พิมพันธุ์ และคณะ (2537)
6. การศึกษาในครั้งนี้

ประเมินปริมาณออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ว่าปลอดภัยต่อผู้บริโภคหรือไม่

เมื่อนำปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกที่ตรวจพบจากการศึกษาครั้งนี้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความปลอดภัยตามประกาศ กระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 71 (พ.ศ.2525) ดังแสดงในตาราง 18 จะเห็นได้ว่าปริมาณสารพิษตกค้างในสัตว์น้ำส่วนใหญ่ต่ำกว่าค่าที่กำหนดเป็นค่าความปลอดภัย อย่างไรก็ดีการพบสารพิษตกค้างแม้เพียงเล็กน้อยก็เป็นเครื่องเตือนให้ตระหนักถึงอันตรายได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เพราะสารพิษเหล่านี้อาจจะสะสมในปริมาณที่เพิ่มขึ้นได้ในมนุษย์ที่บริโภคสัตว์น้ำเหล่านั้น ข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้ จะเป็นประโยชน์ในการนำไปพิจารณาหาแนวทางการจัดการเรื่องสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมต่อไป

ตาราง 18 มาตรฐานค่าความปลอดภัยสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในอาหารประเภทสัตว์น้ำ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 71 (พ.ศ.2525)

สารออร์กาโนคลอรีน	ค่าความปลอดภัย มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
อัลดริน	0.1
บีเอชซี	0.5
ดีดีที	5.0
ดีลดริน	0.3
เอ็นดริน	0.3
เฮปตาคลอร์ และเฮปตาคลอร์ อีพอกไซด์	0.3
ลินเดน	0.5

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2528)

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาชนิดและปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤศจิกายน และธันวาคม 2538) และในช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม และเมษายน 2539) สรุปผลการศึกษา ดังนี้

1. ชนิดของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ที่ตรวจพบจำนวน 17 ชนิด ได้แก่ แอลฟา-เอชซีเอช เบต้า-เอชซีเอช แกมมา-เอชซีเอช เดลต้า-เอชซีเอช เฮปตาคลอร์ เฮปตาคลอร์ อีพอกไซด์ โอโธพารา-ดีดีอี พาราพารา-ดีดีอี โอโธพารา-ดีดีดี พาราพารา-ดีดีดี โอโธพารา-ดีดีที พาราพารา-ดีดีที อัลดริน ดีลดริน เอ็นดริน เบต้า-เอ็นโดซัลแฟน และ แอลฟา-เอ็นโดซัลแฟน และตรวจไม่พบการปนเปื้อนของ เอ็นโดซัลแฟน ซัลเฟต ในสัตว์น้ำที่ทำการศึกษาครั้งนี้

ปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนรวม (OCPs) ที่ตรวจพบในสัตว์น้ำ คือ ปลาโคบ ปลากระบอก ปลาตะกรับ ปลาแป้น ปลากดขี้ลิง และกุ้งหัวแข็ง มีค่าเฉลี่ย 40.4 46.2 40.7 31.0 50.9 และ 34.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก ตามลำดับ 168.0 181.9 155.1 124.4 333.0 และ 144.3 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ $1.82x10^3$ $1.74x10^3$ $1.32x10^3$ $1.55x10^3$ $2.50x10^3$ และ $1.83x10^3$ ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน ตามลำดับ

กลุ่มเอชซีเอช ตรวจพบได้บ่อยครั้งและมีปริมาณสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ มีค่าเฉลี่ย 21.7 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 92.9 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง 963.1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน ในกลุ่มเอชซีเอชพบ แกมมา-เอชซีเอช ในปริมาณสูงกว่าอนุพันธ์อื่น สารกลุ่มที่มีการตรวจพบรองลงมาได้แก่ กลุ่มดีดีที พบมีค่าเฉลี่ย 15.1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 75.7 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และ 642.6 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน ในกลุ่มดีดีทีตรวจพบ พาราพารา-ดีดีอี ในปริมาณสูงกว่าอนุพันธ์อื่นๆ กลุ่มดริน (อัลดริน ดีลดริน และเอ็นดริน) พบมีค่าเฉลี่ย 1.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 6.0 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และ 45.3 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน

โดยพบ ดีลดรินในปริมาณที่สูงกว่าอัลดรินและเอ็นดริน เอ็นโดซัลแฟน (α,β) พบมีค่าเฉลี่ย 1.3 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 5.4 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และ 65.6 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน โดยพบ เบต้า-เอ็นโดซัลแฟนได้บ่อยครั้งและมีปริมาณที่สูงกว่า แอลฟา-เอ็นโดซัลแฟน เฮปตาคลอร์ และเฮปตาคลอร์ อีพอกไซด์ พบมีค่าเฉลี่ย 1.01 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักเปียก 4.5 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และ 45.9 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักไขมัน ตรวจพบเฮปตาคลอร์ได้บ่อยครั้งกว่าเฮปตาคลอร์ อีพอกไซด์

2. การศึกษาความแตกต่างของปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกในระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำที่กินพืชและสัตว์น้ำที่กินสัตว์เป็นอาหาร ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำ ในหน่วยน้ำหนักเปียก ในหน่วยน้ำหนักแห้ง และในหน่วยน้ำหนักไขมัน มีความสัมพันธ์กัน โดยมีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงซึ่งกันและกัน ปริมาณไขมันในสัตว์น้ำมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลางต่อการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในน้ำหนักไขมัน

3. การประเมินปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลาตอนนอก ถึงความปลอดภัยต่อผู้บริโภค พบว่า ปริมาณสารตกค้างในสัตว์น้ำส่วนใหญ่ต่ำกว่ามาตรฐานค่าความปลอดภัยตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (พ.ศ.2525) คือ มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค อย่างไรก็ดีการพบสารพิษตกค้างแม้เพียงเล็กน้อยอาจเป็นการเตือนให้ตระหนักถึงพิษภัยและอันตรายจากสารพิษดังกล่าวได้ ทั้งนี้เพราะสารพิษเหล่านี้อาจจะมีการสะสมในปริมาณที่มากขึ้นในมนุษย์ที่บริโภคสัตว์น้ำเหล่านั้น

ข้อเสนอแนะ

มลภาวะที่เกิดจากการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อมนั้น ไม่สามารถทราบแหล่งกำเนิดของสารที่แน่นอนได้ การแก้ปัญหาของสารพิษที่ปลายเหตุจึงทำได้ยากเพราะมันสามารถกระจายไปได้กว้างขวาง ทั้งในน้ำ ในดิน ในอากาศ และในสิ่งมีชีวิตตลอดจนสามารถถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหาร ฉะนั้น การป้องกันไม่ให้สารพิษเหล่านั้นปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมจึงเป็นแนวทางที่ดีที่สุด การที่จะจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมในเรื่องของสารดังกล่าวจึงควรมีการ

ประสานงานกันตั้งแต่ระดับนโยบายลงไปถึงเกษตรกรผู้ใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยตรง หน่วยงานของรัฐควรทำหน้าที่เป็นองค์กรหลักในการดำเนินการ ดังนี้

1. รัฐต้องกำหนดนโยบายที่แน่นอนในเรื่องการจัดการวัตถุมีพิษและให้ปฏิบัติตามนโยบายอย่างเคร่งครัด มีการปรับปรุงแก้ไขมาตรการทางกฎหมายให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

2. เร่งสร้างการประสานงาน ความร่วมมือของเจ้าหน้าที่รัฐอย่างจริงจัง ในเรื่องของนโยบายที่สอดคล้องกัน จัดตั้งคณะกรรมการประสานงาน และคณะทำงานเฉพาะกิจ กำหนดเป้าหมายและหน้าที่ให้เหมาะสม

3. หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมวิชาการเกษตร กรมโรงงานอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ฯลฯ ควรมีการตรวจสอบสารกำจัดศัตรูพืชที่ห้ามใช้แล้ว ซึ่งอาจแฝงมากับสารเคมีชนิดอื่น โดยการออกสุ่มตัวอย่างจากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่าย นอกจากนี้ต้องมีมาตรการในการควบคุมวัตถุมีพิษอย่างเข้มงวดและรัดกุมในด้าน การผลิต การจำหน่าย โฆษณา การนำเข้า การเก็บรักษา และการกำจัดทิ้ง

4. เร่งรัดให้การศึกษา ฝึกอบรม และประชาสัมพันธ์ เพื่อเพิ่มพูนความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้อง แก่เกษตรกรและประชาชนทั่วไปอย่างทั่วถึงเกี่ยวกับ วิธีใช้ พิษภัย และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของสารกำจัดศัตรูพืช โดยเฉพาะสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่มีคุณสมบัติคงทนต่อสภาพแวดล้อมได้นาน

5. จัดตั้งศูนย์ข้อมูลเกี่ยวกับสารพิษด้านต่างๆ (Pesticide Information Center) รวมทั้งให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว

6. ศึกษาค้นคว้าวิจัยสารชนิดใหม่ๆ ที่ให้ผลเฉพาะเจาะจง มีประสิทธิภาพสูง แต่ มีพิษและอันตรายน้อยและควบคุมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ รวมทั้งสนับสนุนด้านการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีและการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (Integrated Pest Control)

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

1. ควรมีการวิเคราะห์หาสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างในสัตว์น้ำอื่นๆ และในบริเวณทะเลหลวง และทะเลน้อยด้วย เพื่อจะได้ใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบกัน

2. ควรมีการติดตามตรวจสอบสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนอย่างต่อเนื่อง เพื่อจะได้ทราบว่ามีปริมาณสารเหล่านี้สะสมอยู่มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะเป็นส่วนช่วยในเผยแพร่สถานการณ์คุณภาพน้ำในทะเลสาบสงขลาให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการต่อไป

3. ควรมีการศึกษาสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มอื่นๆ ด้วย เช่น กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และกลุ่มคาร์บาเมต เนื่องจากในปัจจุบันมีการใช้สารกลุ่มนี้ในปริมาณที่สูง

4. ควรจะศึกษาว่าสัตว์น้ำแต่ละชนิด และขนาด มีการสะสมสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนอวัยวะใดมากที่สุด เพื่อแนะนำการบริโภคที่ปลอดภัย

บรรณานุกรม

กนกพร อธิสุข, บุญไพ สังวรานนท์, กอบทอง ธูปหอม, ยุวดี เลิศเรืองเดช และ อมรา วงศ์พุทธพิทักษ์. 2529. "สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในกุ้ง น้ำ และดินตะกอนบริเวณวังกุ้งจังหวัดสมุทรปราการ", วารสารการประมง. ปีที่ 39 ฉบับที่ 2 (มีนาคม 2529), 203-209.

กานดา พูนลาภทวี. 2530. สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์.

เกษม จันทร์แก้ว. 2530. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ. โครงการบัณฑิตศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กอบทอง ธูปหอม, กนกพร อธิสุข, ยุวดี เลิศเรืองเดช และ อมรา วงศ์พุทธพิทักษ์. 2527. "ปริมาณสารเคมีกำจัดแมลงและPCB's ในหอยและน้ำทะเล", ใน การสัมมนาการวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรมีชีวิตในน่านน้ำไทย ครั้งที่ 3 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. หน้า 205-213. กรุงเทพฯ.

ชวัญชัย สมบัติศิริ. 2528. สารฆ่าแมลง. กรุงเทพฯ. ภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ควบคุมโรคติดต่อ, กรม. ศูนย์มาเลเรียเขต 4 จังหวัดสงขลา. 2539. รายงานการใช้ดีดีทีประจำปี2535-2538. สงขลา.

คณะกรรมการแก้ไขปัญหาการวิเคราะห์สารเป็นพิษ, คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมเรื่องสารเป็นพิษ. 2530. คู่มือการเก็บตัวอย่างและรักษาตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์. กรุงเทพฯ. : งานสารพิษ กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

ธวัชชัย งามสันติวงศ์. 2540. SPSS/PC+ SPSS FOR WINDOWS. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธำรงค์ อมรสกุล. 2533. ชีววิทยาของปลา. ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธรรมนูญ เพชรยศ. 2526. "การศึกษาวัตถุมีพิษตกค้างอยู่ในสัตว์น้ำบางชนิดที่จับได้บริเวณป่าชายเลนแถบชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของอ่าวไทยตอนบน", ใน การสัมมนาการวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรมีชีวิตในน่านน้ำไทย ครั้งที่ 3 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. หน้า 494-497. กรุงเทพฯ.

นวลศรี ทยาพัชร. 2533. ปัญหาสารพิษทางการเกษตรในประเทศไทย. กรุงเทพฯ. : กองวัตถุมีพิษการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

บุญเสริม เซ่งล่าย. 2540. "สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ตกค้างในน้ำและดินตะกอนบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก (Organochlorine Pesticide Residues in Water and Sediment of the Outer of Songkhla Lake)", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (สำเนา)

ประภัสสรา พิมพันธุ์, จันทร์ทิพย์ ธำรงศรีสกุล และ นวลศรี ทยาพัชร. 3537. "การสะสมและถ่ายทอดสารพิษผ่านห่วงโซ่อาหารในแหล่งน้ำ", ใน การประชุมวิชาการกองวัตถุมีพิษการเกษตร ครั้งที่ 1. หน้า 200-209 กรุงเทพฯ.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2536. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ. : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปรีชา พุทธิปรีชาพงศ์ และ พัฒนันท์ สังขะตะวรรธ์น. 2530. สารกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย. กรุงเทพฯ. : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

พยงค์ ศรีทอง. 2535. "ปัญหาการใช้สารพิษทางการเกษตรและมาตรการแก้ไขทัศนจากองค์กรเอกชน", ใน สิ่งแวดล้อม'35 : เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ครั้งที่ 3 วันที่ 31 ตุลาคม - 1 พฤศจิกายน. หน้า 531-540. กรุงเทพฯ.

เพริศพิชญ์ คณาธารณา. 2526. ทฤษฎีแก๊สโครมาโตกราฟฟี. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

พิมล เรียนวัฒนา และ ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. 2525. เคมีสภาวะแวดล้อม. กรุงเทพฯ. : สำนักพิมพ์โอเดี่ยนสโตร์.

มณเทิพย์ ศรีรัตนา ทาบูกานอน. 2535. "การวิเคราะห์หาปริมาณออร์กาโนคลอรีนเพสติไซด์ในตัวอย่างสิ่งแวดล้อม", เอกสารสำหรับการฝึกอบรมหลักสูตรสารพิษ (Organochlorine Pesticide and PCB's). ณ ศูนย์วิจัยและการฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม เทคโนธานี จังหวัดปทุมธานี 20-30 กรกฎาคม 2535, (9-1)-(9-29).

ไมตรี สุทธจิตต์. 2531. สารพิษรอบตัวเรา. เชียงใหม่ : ภาควิชาเคมี คณะแพทยศาสตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิชาการเกษตร, กรม. 2537. สถิติการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชปี 2536. กรุงเทพฯ : กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2537. การขึ้นทะเบียนวัตถุมีพิษทางการเกษตรในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : สมาคมไทย - ผู้ประกอบธุรกิจสารเคมีเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2538. สถิติการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชปี 2537. กรุงเทพฯ : กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศิริชัย พงษ์วิชัย. 2539. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สงขลานครินทร์, มหาวิทยาลัย. สำนักวิจัยและพัฒนา. 2533. การติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมของลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลารายงานฉบับสุดท้าย. เสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กันยายน 2537. สงขลา.

_____. 2537. สารสนเทศทรัพยากรธรรมชาติลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ชุดที่ 1. สงขลา.

สิทธิชัย ลิพิพัฒน์ไพบูลย์. 2535. Fundamental of Gas Chlormatography. กรุงเทพฯ. : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สิริ ทุกข์วินาศ, ไพโรจน์ สิริมนตราภรณ์ และ ชวัญชัย อยู่เป็นสุข. 2528. ผลการสำรวจสถิติการจับสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลา ณ ท่าขึ้นสัตว์น้ำ สถาบันวิจัยเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ จังหวัดสงขลา กรมประมง.

สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ และ เทียนชัย ธงสินธุศักดิ์. 2522. "มลภาวะจากยาฆ่าแมลง", จดหมายข่าวสภาวะแวดล้อม สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. จข. 37 - 2522 ประจำเดือน มิถุนายน 2522. หน้า 5-18.

สุรภี โรจน์อารยนนท์. 2526. สภาวะแวดล้อมของเรา ตอนมลพิษสภาวะแวดล้อม. กรุงเทพฯ. : สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมพร บุญวรรณโน. 2534. "ชนิดและปริมาณของสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์กลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ตกค้างในทะเลสาบสงขลาตอนนอก (Study of pesticide Residues in Thale Sap Songkhla)", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (สำเนา)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2537. "ปลาหมึกตัวบงชี้มลพิษในทะเล", ข่าวสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 35 (384) มิถุนายน. 22-23.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2528. มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2530. รายงานย่อยที่ 4 รายงานการสำรวจปัญหาและแหล่งกำเนิดภาวะมลพิษทางน้ำ. กรุงเทพฯ.

อุตุนิยมวิทยา, กรม. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก. 2540. สถิติปริมาณน้ำฝน ปีพ.ศ. 2538-2539. สงขลา.

อมรา วงศ์พุทธพิทักษ์, กอบทอง ธูปหอม, บุญไพ สังวรานนท์, วิภาวัลย์ นิสามณีพงษ์ และ ฉวีวรรณ ห์ลีละเมียร. 2521. "สารเคมีกำจัดแมลงตกค้างในสัตว์ทะเล", ใน สรุปผลซิมโปเซี่ยมการสำรวจและวิจัยสภาวะน้ำเสียในน่านน้ำไทย 20-23 มีนาคม 2521 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. หน้า 133-140. กรุงเทพฯ.

Duke, T.W. 1977. "Pesticide in Aquatic Environments and Overview", In Mohammed Abdul Quddus Khan : Pesticide in Aquatic Environments. New York : Plenum Press

Edward, C.A. 1973. Persistant Pesticides in the Environmental, 2nd ed., Boca Raton : CRC Press. Quoted in Strachan, W.M.J. ; Glooschenko, W.A. and Maguire, R.J. 1986 "Environmental Impact and Significance of Pesticides", In Analysis of Pesticide in Water Volume I Significant, Principle, Techniques, and Chemistry of Pesticide, p 1-23. Alfred, S.Y. ; Afghan, Chau B.K. and Robinson, James W. Eds. Florida : CRC Press.

_____. 1976. Persistant Pesticides in the Environmental, 2nd ed., CRC Press,Ohio.

_____. 1977. "Nature and origins of pollution of aquatic system by Pesticides", In Mohammed Abdul Quddus Khan : Pesticide in Aquatic Environments. New York : Plenum Press.

Gupta, P.K. 1986. Pesticides in the Indian Environment. New Delhi : Interprint.

Hill, D.W. and Mac Carty, P.L. 1967. "Anaerobic Degradation of Selected Chlorinated Hydrocarbon Pesticides", J. Water Pollut. Contr. 39 (1967), 1259-1277.

Hill, R. and Wright, S.J.L. 1978. "Pesticides In Microbial Environment", Pesticide Microbiology : Microbiological Aspects of Pesticide Behaviour in the Environment. pp 90-103. New York : Academic Press.

Matsumura, F. 1982. "Degradation of Pesticides in the Environment by Microorganisms and Sunlight", In Biodegradation of Pesticides. pp 67-87. Matsumura, F. and Murti, C.R. Krishna. New York : Plenum Press.

Metta Penpolcharoen. 1994. "Contamination in Eggs of Two Species of Waterfowl from the Songkhla Lake Basin", M.Sc. (Environmental Science) Asian Institute of Tecnology, Bangkok, Thailand.

Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 1964. Review of the Persistent Organochlorin Pesticides. Her Majesty's stationnary office, London.

Office of the National Environment Board. 1988. The Preliminary Study of Water Quality Monitoring in the Lower Mekong Basin : Pesticide Study. Submitted to The Mekong Secretariat, Thailand.

Peterson, S.M. and Batley, G.E. 1993. "The Fate of Endosulfan in Aquatic Ecosystems", Environ. Pollut. 82 (1993), 143-152.

Proespichaya Kanatharana ; Somporn Bunvanno and Bongkoch Kaewnarong. 1994. "Organochlorine Pesticide Residues in Songkhla Lake", Environmental Monitoring and Assessment. 33 (1994), 43-52.

Shailaja, M.S. and Sengupta, R. 1989. "DDT Residues in Fishes from the Eastern Arabian Sea", Mar. Pollut. Bull. 20 (1989), 629-630.

Siriwong, C. ; Hironaka, H. ; Onodera, S. and Tabucanon, M.S. 1991. "Organochlorine Pesticide Residues in Green mussel (*Perna viridis*) from the Gulf of Thailand", Mar. Pollut. Bull. 10 (1991), 510-516.

Smith, A.G. 1991. "Chlorinated Hydrocarbon Insecticides", In Handbook of Pesticide Toxicology Volume 2 Classes of Pesticide. p 731-915. Wayland J. Hayes and Edward, R. Laws Eds. New York : Academic Press.

Somers, J.D. ; Goski, B.C. ; Barbeau, J.M. and Barrett, M.W. 1993. "Accumulation of Organochlorine Contaminations in Double-Crested Cormorants", Environ. Pollut. 80 (1993), 17-23.

Stoker, H.S. and Seager, S.L. 1976. Environmental Chemistry. 2d ed., Scolt, Foreman and Company, Illenois. 231 p.

Szokoley, A. ; Rosival, L. ; Uhnak, J. and Madaric, A. 1977. "Ecotoxicol : Dynamics of Benzene Hexachloride (BHC) Isomer and Other Chlorinated Pesticides in the Food Chain and in Human Fat", Ecotoxicol. Environ. Safety 1. 349-359.

Tanabe, S. ; Tanaka, H. and Tatsukawa, R. 1984. "Polychlorobiphenyls, ΣDDT and Hexachloro cyclohexane Isomers in the Western North Pacific Ecosystem", Arch. Environ. Contam. Toxicol. 13 (1984), 731-738.

UNEP, IRPTC and USSR State Committee for Science and Technology. 1993. "Lindane", Scietitfic Reviews of Soviet Literature on Toxicology and Hazards of Chemicals. Center of International Projects. Moscow : GKNT.

WHO. 1984. Environmental Health Criteria 40. Endosulfan. Finland : Vamala.

ภาคผนวก

ทฤษฎีแก๊สโครมาโตกราฟฟี

โครมาโตกราฟฟีนั้น เป็นขบวนการในการแยกสารออกจากสารผสม โดยอาศัยหลักของการพาร์ติชั่นนิ่ง (Partitioning) ระหว่าง 2 Phase คือ สเตชั่นเนรี่เฟส (Stationary Phase) ซึ่งมีพื้นที่มาก กับโมบายเฟส (Mobile Phase) ซึ่งเคลื่อนที่มาสัมผัสกับสเตชั่นเนรีเฟส (เพริศพิชญ์ คณาธารณา, 2526)

แก๊สโครมาโตกราฟฟีแบ่งออกเป็น 2 เทคนิค คือ

1. แก๊สโซลิด โครมาโตกราฟฟี (Gas Solid Chromatography, G.S.C.) สเตชั่นเนรีเฟสจะเป็นของแข็ง (Solid) ที่ไม่มีอะไรเคลือบอยู่ และของแข็งที่บรรจุในคลอลัมน์ (column) นั้น จะมีคุณสมบัติในการดูดจับสารที่ต้องการแยกได้ และสารนั้นส่วนมากแล้วจะเป็นพวกแก๊ส ตัวอย่างของแข็งที่ใช้ในการบรรจุคอลัมน์ที่ใช้กันอยู่มี ซิลิกาเจล (Sillca Gel) โมเลคกูลาซีฟ (Molecular Seive) และชาโคล (Charcoal) ฯลฯ

2. แก๊สลิควิดโครมาโตกราฟฟี (Gas Liqiud Chromatography, G.L.C.) สิ่งที่บรรจุในคอลัมน์นั้น จะประกอบด้วยของแข็ง (Solid Support) ที่ถูกเคลือบด้วยของเหลว (Liqiud) เป็นแผ่นบางๆ หลักการในการแยกโดยวิธีนี้นั้น สารที่ต้องการแยกจะกระจายเข้าออกในชั้นของของเหลวที่เคลือบอยู่บน Solid Support นั้น

ในการใช้งานส่วนมากแล้วจะใช้ แก๊สลิควิดโครมาโตกราฟฟี (G.L.C.) (สิทธิชัย ลิพิพัฒน์ไพบูลย์, 2535)

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟฟีนั้น จะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ต่อไปนี้

1. Injection Port เป็นที่ใช้เข็ม (Microsyringe) ดูดสารผสมที่ต้องการตรวจฉีดเข้าไปในเครื่องโดยมีผนังยาง (Septum) กั้น เพื่อป้องกันการระเหยของแก๊สและสารผสม

2. Carrier Gas ซึ่งจะเป็นตัวพาสารผสมเข้าเครื่อง แก๊สที่ใช้ส่วนใหญ่ คือ ไนโตรเจน ฮีเลียม หรือแก๊สเฉื่อย (Inert Gas) อื่นๆ

3. Column Oven เป็นส่วนให้ความร้อนกับคอลัมน์ที่บรรจุด้วย Solid Support ชนิดต่างๆ อุณหภูมิใน Column Oven ขึ้นอยู่กับชนิดของคอลัมน์ที่ใช้และสารผสมที่จะตรวจ

4. Detector เป็นเครื่องตรวจชนิดและปริมาณสารว่ามีปริมาณมากน้อยเพียงใดแล้วส่งสัญญาณไปยัง Recorder

5. Recorder เป็นเครื่องบันทึกผลการตรวจจากเครื่องตรวจที่ส่งสัญญาณเข้ามาในส่วนนี้ โดยปริมาณและชนิดจะถูกบันทึกในรูปของกราฟมีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม (Peak) ในกระดาษกราฟ (Chart)

หลักการของ G.L.C.

หลักการของ G.L.C มีอยู่ว่า สารที่ต้องการแยกจะถูกทำให้กลายเป็นไอด้วยความร้อนที่ Injection Port จากนั้นจะถูกนำต่อไปยังคอลัมน์ โดยแคริเออร์แก๊ส และแคริเออร์แก๊สที่ใช้นั้น จะเป็นพวก Inert Gas ดังตัวอย่าง เช่น He, N_2 เมื่อสารผสมที่ต้องการแยกนั้นผ่านไปยังคอลัมน์ มันจะเกิดการพาร์ติชั่น ระหว่างของเหลวที่เคลือบเป็นแผ่นบางๆ บนโซลิด ซับพอร์ท (Solid Support) และแคริเออร์แก๊ส เนื่องจากสารแต่ละตัวมีสัมประสิทธิ์การกระจาย (Distribution Coefficient) ที่แตกต่างกัน ดังนั้น เมื่อผ่านไปยังคอลัมน์มันจะเกิดเป็นแถบ (Band) แยกออกจากกันในแคริเออร์แก๊ส เมื่อมันออกมาจากคอลัมน์แล้ว ดีเทคเตอร์จะทำหน้าที่เปลี่ยนส่วนประกอบนั้นๆ ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าซึ่งต่อจากนั้นสัญญาณไฟฟ้านี้จะถูกส่งต่อไปยังเรคคอร์ดเดอร์ เพื่อรายงานเป็นผลที่ออกมาผลที่ได้จากเรคคอร์เดอร์เรียกว่า "Chromatogram" (สิทธิชัย ลิพิพัฒน์ไพบูลย์, 2535)

การเตรียมอุปกรณ์

1. การเตรียมเครื่องแก้ว

เครื่องแก้วทุกชนิดที่ใช้ควรล้างให้สะอาดด้วยน้ำยาล้างเครื่องแก้วใช้แปรงชนิดอ่อนขัดตอนแรกแล้วจึงล้างด้วยน้ำประปา น้ำกลั่น แล้วนำไปอบจนแห้ง

ก่อนการใช้เครื่องแก้วทุกครั้งควรล้าง (Rinse) ด้วยเฮกเซน โดยใช้หลอดหยดดูดเฮกเซนฉีดทำความสะอาดผิวแก้วให้มากที่สุด

2. การเตรียมน้ำกลั่น น้ำกลั่นที่ใช้ในการวิเคราะห์ จำเป็นต้องเตรียมให้แน่ใจว่าไม่มีสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเจือปน จึงควรสกัดด้วยสารละลายเฮกเซนที่ผ่านการกลั่นแล้ว ดังขั้นตอนต่อไปนี้ คือ

2.1 เทน้ำกลั่นลงในกรวยแยกโดยให้ปริมาณน้ำในกรวยแยกมีประมาณครึ่งหนึ่ง

2.2 เติมสารละลายเฮกเซนปริมาณ 20 % ของปริมาตรน้ำที่ต้องการสกัด

2.3 เขย่าอย่างแรงเป็นเวลา 2 นาที และตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น

เฮกเซนที่ใช้ในการสกัดสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนจากน้ำกลั่น สามารถใช้ซ้ำในการสกัดแยกได้อีก 4 ครั้ง ก่อนเปลี่ยนเฮกเซนใหม่ต่อไป

3. การเตรียมสารละลายอินทรีย์

การกลั่นสารละลายอินทรีย์เพื่อใช้สำหรับการสกัดตัวอย่างหาสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนมีความสำคัญมาก เพราะเป็นการลดสารปนเปื้อนในสารละลายอินทรีย์ อันจะทำให้ผลการวิเคราะห์น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น ดังนั้น การกลั่นสารละลายอินทรีย์ควรทำในห้องที่สะอาด และควบคุมให้อยู่ในสภาวะที่คงที่ นอกจากนี้ผู้วิเคราะห์ควรทราบคุณสมบัติของสารละลายอินทรีย์ที่จะทำการกลั่นเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น

ขั้นตอนการกลั่น

3.1 บรรจุสารละลายในขวดก้นกลม (Round Bottom Flask) ไม่ควรเกินครึ่งหนึ่งของปริมาตร ของภาชนะบรรจุ เนื่องจากการขยายตัวของสารละลายในขณะได้รับความร้อน หากใส่มากเกินไปอาจจะระเบิดได้ ควรทำเครื่องหมายไว้ที่ขวดก้นกลมเพื่อบอกระดับของสารละลายที่เริ่มต้นกลั่น เพื่อความสะดวกในการเติมเฮกเซน

3.2 ใส่ลูกแก้วกันเดือด (Glass Bead) ลงไปเล็กน้อย ไม่ควรใส่ขณะที่สารละลายร้อน เพราะจะทำให้ติดไฟได้

3.3 ตั้งอุปกรณ์การกลั่นให้มั่นคง

3.4 ปรับอุณหภูมิของเตาไฟฟ้า (Heating Mantle) ให้เหมาะสมกับจุดเดือดของสารละลายนั้นๆ

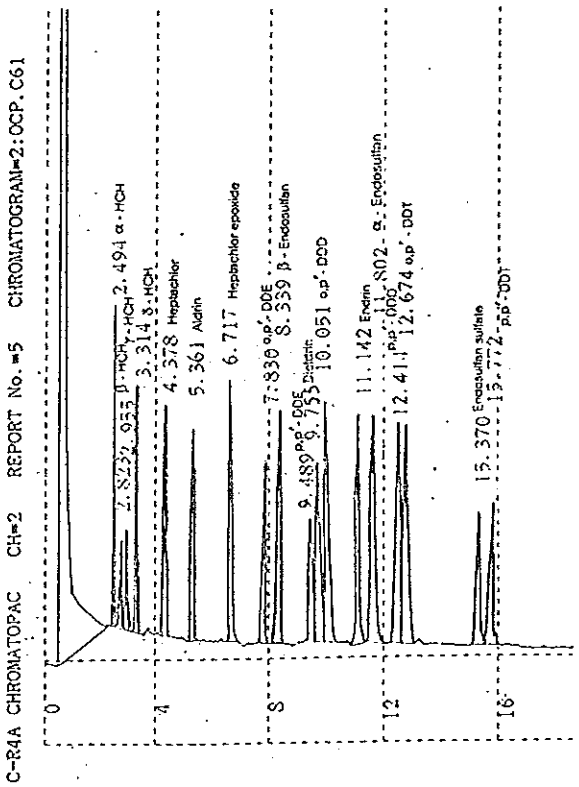
3.5 ผ่านน้ำหล่อคอนเดนเซอร์ (Condenser) อยู่เสมอ

3.6 ทิ้งสารละลายแรกที่ผ่านการกลั่น ซึ่งอาจปนเปื้อนด้วยสารอื่นๆ

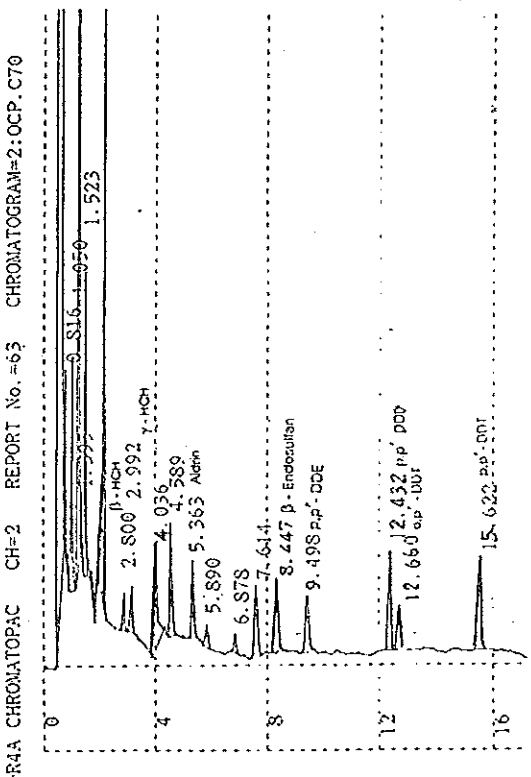
3.7 เก็บสารละลายที่ผ่านการกลั่นด้วยขวดสะอาดพร้อมปิดจุกให้แน่น

3.8 เมื่อหยุดกลั่น ควรบรรจุสารละลายให้มีปริมาตรเท่ากับตอนเริ่มต้น อย่ากลั่นจนสารละลายหมด เนื่องจากเมื่อกลั่นสารละลายอินทรีย์เป็นเวลานานอาจมีสารอีเธอร์ปะปนอยู่ทำให้เกิดระเบิดได้

หมายเหตุ : การกลั่นสารประเภทมีขั้ว (Polar) และไม่มีขั้ว (Non Polar Solvent) ควรใช้ชุดกลั่นที่แยกจากกันเนื่องจากหากใช้ร่วมกัน เฮกเซนอาจถูกปนเปื้อนด้วยสารละลายมีขั้ว และจะทำให้ Elution Pattern เปลี่ยนแปลงไป หากจำเป็นเนื่องจากมีชุดกลั่นชุดเดียวควรกลั่นเฮกเซนก่อน



ภาพผนวก 1 โครมาโตแกรม สารละลายมาตรฐานของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีน



ภาพผนวก 2 โครมาโตแกรม สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในตัวอย่างน้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก

ตารางผนวก 1 ขนาดความยาว น้ำหนัก ปริมาณไขมันและความชื้นของสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก จากการเก็บตัวอย่างในเดือนพฤศจิกายน 2538

ชนิดสัตว์น้ำ	สถานที่	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ไขมัน (%)	ความชื้น (%)
1. ปลาโคบ	เกาะยอ	12.54	27.36	2.99	74.82
	ดูเต่า	10.44	16.92	2.65	71.90
	ปากจ่า	12.94	27.81	2.54	69.57
2. ปลากระบอก	เกาะยอ	21.80	120.46	2.03	70.79
	ดูเต่า	23.00	125.93	2.64	74.11
	ปากจ่า	25.40	162.00	2.27	68.59
3. ปลาตะกรับ	เกาะยอ	16.20	120.50	3.68	74.96
	ดูเต่า	15.75	133.51	3.87	71.43
	ปากจ่า	20.50	267.58	3.08	71.74
4. ปลาแป้น	เกาะยอ	12.13	37.74	1.76	76.76
	ดูเต่า	13.03	43.85	1.94	78.43
	ปากจ่า	14.12	41.30	2.43	73.73
5. ปลากดขี้ลิง	เกาะยอ	28.20	224.78	1.02	77.29
	ดูเต่า	31.00	279.96	1.80	78.97
	ปากจ่า	26.00	260.30	1.90	79.52
6. กุ้งหัวแข็ง	เกาะยอ	9.25	4.97	1.38	77.44
	ดูเต่า	9.25	4.43	1.30	77.46
	ปากจ่า	9.96	5.38	1.32	79.08

ตารางผนวก 2 ขนาดความยาว น้ำหนัก ปริมาณไขมันและความชื้นของสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก จากการเก็บตัวอย่างในเดือนธันวาคม 2538

ชนิดสัตว์น้ำ	สถานที่	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ไขมัน (%)	ความชื้น (%)
1. ปลาโคบ	เกาะยอ	14.46	33.16	2.20	77.97
	ดูเต่า	13.94	29.53	2.86	73.35
	ปากจ่า	13.30	26.78	2.37	78.52
2. ปลากระบอก	เกาะยอ	20.30	98.58	2.36	78.84
	ดูเต่า	24.54	154.48	2.03	70.46
	ปากจ่า	20.32	80.86	1.81	81.54
3. ปลาตะกรับ	เกาะยอ	15.42	126.77	3.24	77.95
	ดูเต่า	15.03	116.32	2.87	61.85
	ปากจ่า	20.00	239.05	2.44	64.75
4. ปลาแป้น	เกาะยอ	12.70	40.65	2.04	78.55
	ดูเต่า	12.76	36.18	2.32	79.54
	ปากจ่า	12.90	39.48	1.68	80.38
5. ปลากดขี้ลิง	เกาะยอ	30.60	288.96	2.27	82.02
	ดูเต่า	30.40	274.36	1.74	81.41
	ปากจ่า	24.60	144.94	2.20	80.69
6. กุ้งหัวแข็ง	เกาะยอ	11.53	8.99	2.56	73.23
	ดูเต่า	11.45	8.62	2.69	71.27
	ปากจ่า	11.62	9.36	2.20	73.58

ตารางผนวก 3 ขนาดความยาว น้ำหนัก ปริมาณไขมันและความชื้นของสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก จากการเก็บตัวอย่างในเดือนมีนาคม 2539

ชนิดสัตว์น้ำ	สถานที่	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ไขมัน (%)	ความชื้น (%)
1. ปลาโคบ	เกาะยอ	12.85	29.94	1.98	76.42
	ดูเต่า	10.80	25.10	1.18	74.73
	ปากจ่า	13.98	34.50	1.22	76.09
2. ปลากระบอก	เกาะยอ	21.40	122.75	3.44	75.43
	ดูเต่า	21.70	118.70	3.32	77.41
	ปากจ่า	22.61	123.22	3.45	73.68
3. ปลาตะกรับ	เกาะยอ	15.62	108.41	2.86	76.38
	ดูเต่า	14.30	89.00	3.21	75.36
	ปากจ่า	20.50	267.60	2.83	78.94
4. ปลาแป้น	เกาะยอ	12.16	37.67	2.54	79.74
	ดูเต่า	10.30	30.70	2.27	78.93
	ปากจ่า	13.41	40.53	2.22	80.49
5. ปลากดขี้ลิง	เกาะยอ	32.27	353.24	1.67	80.77
	ดูเต่า	25.20	219.60	1.06	81.92
	ปากจ่า	27.07	253.09	1.38	77.61
6. กุ้งหัวแข็ง	เกาะยอ	11.10	8.58	2.06	77.50
	ดูเต่า	10.60	6.60	2.12	77.22
	ปากจ่า	11.06	7.95	2.57	76.94

ตารางผนวก 4 ขนาดความยาว น้ำหนัก ปริมาณไขมันและความชื้นของสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก จากการเก็บตัวอย่างในเดือนเมษายน 2539

ชนิดสัตว์น้ำ	สถานที่	ความยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	ไขมัน (%)	ความชื้น (%)
1. ปลาโคบ	เกาะยอ	13.53	30.88	2.82	78.90
	ดูเต่า	11.98	19.74	2.45	75.88
	ปากจ่า	13.91	34.45	2.74	75.69
2. ปลากระบอก	เกาะยอ	25.20	180.58	3.67	73.65
	ดูเต่า	21.30	117.90	3.85	68.64
	ปากจ่า	22.10	126.80	3.69	73.37
3. ปลาตะกรับ	เกาะยอ	15.95	129.55	3.37	76.02
	ดูเต่า	17.77	186.71	3.28	77.80
	ปากจ่า	21.00	305.60	3.36	73.90
4. ปลาแป้น	เกาะยอ	12.95	39.74	2.24	76.77
	ดูเต่า	14.00	52.06	2.04	72.10
	ปากจ่า	13.20	40.80	2.03	64.01
5. ปลากดขี้ลิง	เกาะยอ	38.00	545.97	3.27	75.23
	ดูเต่า	28.87	257.97	3.03	89.93
	ปากจ่า	30.60	354.04	2.58	79.64
6. กุ้งหัวแข็ง	เกาะยอ	11.06	7.95	3.04	73.64
	ดูเต่า	13.10	14.66	2.70	74.54
	ปากจ่า	11.60	9.12	3.19	73.27

ตารางผนวก 5 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ในเดือน พฤศจิกายน 2538 ปริมาณในน้ำหนักเปียก

ชนิดสัตว์น้ำ	สถานที่	ปริมาณสารออร์กาโนคลอรีน (µg / kg wet weight)																		
		α - HCH	β - HCH	γ - HCH	δ - HCH	Hepta chlor	Hepta chlor epoxide	o,p'- DDE	p,p'- DDE	o,p'- DDD	p,p'- DDD	o,p'- DDT	p,p'- DDT	Aldrin	Diel- drin	Endrin	β - Endo sulfan	α - Endo sulfan	Endo sulfan sulfate	Total OCPs
1.ปลาโคบ	เกาะยอ	ND	12.5	11.8	ND	ND	ND	ND	6.5	ND	ND	ND	3.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	34.6
	ดูเต่า	ND	ND	12.8	0.5	3.8	ND	1.0	8.8	0.8	1.00	ND	ND	ND	1.8	ND	ND	3.3	ND	33.5
	ปากจ่า	ND	ND	11.0	ND	ND	ND	1.0	15.8	2.3	1.75	ND	ND	ND	2.5	ND	ND	ND	ND	34.3
2. ปลากระบอก	เกาะยอ	ND	18.8	9.5	0.3	ND	ND	ND	5.0	ND	ND	ND	2.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	36.0
	ดูเต่า	ND	ND	12.8	0.5	ND	ND	ND	1.5	0.8	ND	ND	3.5	ND	0.8	ND	ND	ND	ND	19.8
	ปากจ่า	ND	13.5	18.0	0.5	1.5	ND	2.5	10.3	ND	ND	ND	ND	ND	2.5	ND	1.3	ND	ND	50.0
3. ปลาตะกรับ	เกาะยอ	ND	25.0	19.5	0.3	1.5	ND	0.8	4.5	ND	1.5	ND	4.0	ND	1.0	ND	1.0	1.5	ND	60.5
	ดูเต่า	ND	ND	5.8	1.0	ND	ND	ND	4.8	ND	ND	ND	8.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	20.3
	ปากจ่า	ND	ND	7.3	0.3	ND	ND	1.5	10.3	0.8	2.8	4.3	3.8	ND	1.3	ND	1.00	1.3	ND	34.3
4. ปลาแป้น	เกาะยอ	ND	ND	6.0	1.0	2.8	ND	1.0	10.0	1.8	1.5	4.0	6.8	ND	4.0	ND	1.8	ND	ND	40.5
	ดูเต่า	ND	15.8	4.0	ND	ND	ND	ND	3.5	ND	ND	ND	3.0	ND	ND	ND	ND	0.8	ND	27.0
	ปากจ่า	ND	ND	6.0	0.5	2.3	ND	0.8	16.0	2.0	1.3	ND	5.5	ND	2.0	ND	1.3	1.5	ND	39.0
5. ปลากดขี้ลิง	เกาะยอ	ND	ND	19.0	0.8	ND	ND	ND	1.8	ND	ND	2.0	3.5	ND	ND	4.8	11.0	ND	ND	42.8
	ดูเต่า	ND	ND	23.5	1.0	2.3	ND	ND	2.5	ND	ND	1.0	2.8	ND	ND	20.5	ND	3.3	ND	56.8
	ปากจ่า	ND	ND	17.8	ND	ND	ND	ND	2.5	ND	ND	ND	2.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	22.8
6. กุ้งหัวแข็ง	เกาะยอ	ND	14.0	17.5	0.8	3.3	ND	1.25	23.0	3.5	1.5	3.8	5.3	ND	6.3	ND	1.5	3.3	ND	84.8
	ดูเต่า	ND	ND	12.8	0.5	2.8	ND	ND	2.8	1.0	ND	ND	ND	ND	2.0	ND	1.0	2.5	ND	25.3
	ปากจ่า	0.3	10.0	14.5	ND	1.8	ND	2.0	3.5	0.8	ND	3.8	4.3	ND	1.0	ND	1.3	2.5	ND	45.5
ND (Non detectable) : หมายถึงตรวจไม่พบ																				
Minimum detection limit = 0.1		1.4	0.3	0.1	0.6	0.3	0.6	1.1	0.6	0.7	0.7	0.7	0.3	0.6	0.5	0.5	0.7	0.6		

ตารางผนวก 6 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ในเดือน ธันวาคม 2538 ปริมาณในน้ำหนักเปียก

ชนิดสัตว์น้ำ	สถานที่	ปริมาณสารออร์กาโนคลอรีน (µg / kg wet weight)																		
		α - HCH	β - HCH	γ - HCH	δ - HCH	Hepta chlor	Hepta chlor epoxide	o,p'- DDE	p,p'- DDE	o,p'- DDD	p,p'- DDD	o,p'- DDT	p,p'- DDT	Aldrin	Diel- drin	Endrin	β - Endo sulfan	α - Endo sulfan	Endo sulfan sulfate	Total OCPs
1.บ่ลาโคบ	เกาะยอ	ND	13.3	12.3	ND	ND	ND	ND	36.8	ND	1.8	2.8	3.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	70.3
	ดูเต่า	ND	ND	7.0	ND	ND	ND	ND	14.3	ND	1.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	22.6
	ปากจ่า	ND	ND	5.3	0.5	ND	ND	ND	3.5	ND	ND	ND	12.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	21.5
2. ปลากระบอก	เกาะยอ	ND	ND	17.8	ND	2.3	3.0	2.8	30.3	3.3	7.0	3.0	7.8	ND	6.5	ND	4.5	ND	ND	80.0
	ดูเต่า	ND	13.8	16.8	0.5	ND	ND	ND	6.8	ND	ND	ND	6.8	ND	5.3	ND	1.0	ND	ND	50.8
	ปากจ่า	ND	14.5	20.3	0.5	3.0	ND	2.0	6.8	3.3	ND	ND	ND	ND	2.3	ND	2.0	1.75	ND	56.3
3. ปลาตะกรับ	เกาะยอ	ND	9.5	11.5	0.8	3.8	ND	ND	6.0	ND	ND	ND	4.0	ND	1.5	ND	ND	ND	ND	36.5
	ดูเต่า	ND	13.8	15.8	ND	ND	ND	ND	8.5	ND	ND	ND	3.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	41.8
	ปากจ่า	ND	18.3	19.3	ND	2.5	ND	ND	14.0	ND	1.5	ND	4.0	ND	2.8	ND	1.3	ND	ND	63.5
4. ปลาแป้น	เกาะยอ	0.8	ND	10.8	0.8	1.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.3	ND	0.8	ND	ND	ND	ND	17.8
	ดูเต่า	ND	ND	13.3	ND	ND	ND	ND	4.0	ND	ND	ND	3.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	21.0
	ปากจ่า	ND	ND	6.8	1.50	2.0	ND	2.5	5.5	0.8	ND	ND	5.8	ND	6.3	ND	1.8	ND	ND	32.8
5. ปลากดขี้ลิง	เกาะยอ	ND	ND	19.8	1	1.5	ND	1.3	4.3	0.8	ND	ND	5.8	ND	1.3	ND	ND	ND	ND	35.5
	ดูเต่า	ND	8.75	6.8	ND	ND	ND	ND	5.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	21.3
	ปากจ่า	ND	ND	9.3	1.3	4.0	ND	1.0	5.3	2.0	ND	ND	6.0	ND	3.3	ND	1.0	ND	ND	33.0
6. กุ้งหัวแข็ง	เกาะยอ	ND	ND	13.5	0.5	2.8	ND	1.0	7.3	2.0	ND	2.0	4.8	ND	3.0	ND	ND	2.0	ND	38.8
	ดูเต่า	ND	ND	6.0	ND	ND	ND	ND	4.0	ND	ND	ND	2.5	0.5	1.3	ND	ND	ND	ND	14.3
	ปากจ่า	ND	ND	11.5	0.3	ND	ND	ND	6.8	ND	ND	ND	3.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	21.5
ND (Non detectable) : หมายถึงตรวจไม่พบ																				
Minimum detection limit = 0.1		1.4	0.3	0.1	0.6	0.3	0.6	1.1	0.6	0.7	0.7	0.7	0.3	0.6	0.5	0.5	0.7	0.6		

ตารางผนวก 7 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ในเดือน มีนาคม 2539 ปริมาณในน้ำหนักเปียก

ชนิดสัตว์น้ำ	สถานที่	ปริมาณสารออร์กาโนคลอรีน (µg / kg wet weight)																		
		α - HCH	β - HCH	γ - HCH	δ - HCH	Hepta chlor	Hepta chlor epoxide	o,p′- DDE	p,p′ - DDE	o,p′ - DDD	p,p′ - DDD	o,p′ - DDT	p,p′ - DDT	Aldrin	Diel- drin	Endrin	β - Endo sulfan	α - Endo sulfan	Endo sulfan sulfate	Total OCPs
1.ปลาโคบ	เกาะยอ	ND	10.0	3.0	ND	ND	ND	ND	3.5	ND	3.5	1.3	4.0	ND	ND	ND	ND	1.3	ND	26.5
	ดูเต่า	ND	11.0	4.8	0.3	ND	1.5	ND	5.0	ND	1.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	23.8
	ปากจ่า	ND	13.8	4.3	0.5	1.3	ND	1.3	8.0	ND	1.5	ND	3.8	ND	ND	ND	0.8	ND	ND	35.0
2. ปลากระบอก	เกาะยอ	ND	13.8	17.3	ND	ND	ND	1.0	10.5	ND	5.3	1.3	3.8	ND	1.0	ND	0.8	ND	ND	54.5
	ดูเต่า	ND	15.0	14.5	ND	ND	ND	ND	3.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	32.5
	ปากจ่า	ND	15.5	15.3	1.0	ND	ND	ND	8.3	ND	ND	ND	1.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	41.3
3. ปลาตะกรับ	เกาะยอ	ND	13.5	4.5	ND	ND	ND	ND	2.0	ND	ND	ND	3.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	23.3
	ดูเต่า	0.3	18.0	7.3	2.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.5	ND	ND	ND	0.8	ND	ND	32.5
	ปากจ่า	ND	16.0	15.3	ND	ND	ND	ND	2.3	ND	ND	ND	3.5	ND	ND	ND	1.3	ND	ND	38.3
4. ปลาแป้น	เกาะยอ	ND	13.0	14.0	0.5	ND	ND	ND	2.8	ND	ND	ND	2.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	32.8
	ดูเต่า	ND	ND	9.8	ND	1.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	11.0
	ปากจ่า	ND	12.8	12.8	0.5	ND	ND	ND	2.5	ND	ND	ND	2.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	30.5
5. ปลากดขี้ลิง	เกาะยอ	ND	15.3	17.3	ND	ND	ND	ND	8.5	ND	2.5	1.5	3.3	ND	ND	ND	0.8	ND	ND	49.0
	ดูเต่า	0.3	ND	18.0	1.8	ND	ND	ND	5.8	ND	ND	ND	3.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	29.0
	ปากจ่า	ND	ND	9.3	1.0	ND	ND	ND	4.0	ND	ND	ND	2.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	16.8
6. กุ้งหัวแข็ง	เกาะยอ	16.3	ND	22.8	0.8	ND	ND	ND	6.5	1.0	ND	2.8	3.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	53.3
	ดูเต่า	ND	10.8	15.5	0.5	ND	ND	ND	ND	2.0	ND	ND	2.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	31.3
	ปากจ่า	ND	12.3	10.0	0.5	ND	ND	ND	3.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	26.5
ND (Non detectable) : หมายถึงตรวจไม่พบ																				
Minimum detection limit = 0.1		1.4	0.3	0.1	0.6	0.3	0.6	1.1	0.6	0.7	0.7	0.7	0.3	0.6	0.5	0.5	0.7	0.6		

ตารางผนวก 8 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ในเดือน เมษายน 2538 ปริมาณในน้ำหนักเปียก

ชนิดสัตว์น้ำ	สถานที่	ปริมาณสารออร์กาโนคลอรีน (µg / kg wet weight)																		
		α - HCH	β - HCH	γ - HCH	δ - HCH	Hepta chlor	Hepta chlor epoxide	o,p'- DDE	p,p'- DDE	o,p'- DDD	p,p'- DDD	o,p'- DDT	p,p'- DDT	Aldrin	Diel- drin	Endrin	β - Endo sulfan	α - Endo sulfan	Endo sulfan sulfate	Total OCPs
1.ปลาโคบ	เกาะยอ	ND	16.8	12.8	1.3	1.3	ND	ND	18.3	ND	2.3	ND	3.3	ND	ND	5.5	1.5	ND	ND	61.8
	ดูเต่า	ND	55.0	15.0	ND	ND	ND	ND	4.8	ND	ND	ND	3.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	77.8
	ปากจ่า	ND	11.8	16.0	0.3	1.5	ND	ND	11.3	ND	2.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	42.8
2. ปลากระบอก	เกาะยอ	ND	11.0	7.0	ND	ND	ND	ND	4.3	ND	ND	ND	3.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	25.3
	ดูเต่า	ND	19.8	10.3	1.5	ND	ND	ND	10.3	ND	5.3	ND	3.3	ND	ND	ND	0.8	ND	ND	51.0
	ปากจ่า	ND	13.3	4.8	4.0	ND	2.3	ND	6.5	ND	1.0	ND	4.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	36.5
3. ปลาตะกรับ	เกาะยอ	0.5	19.8	6.3	ND	ND	ND	ND	13.8	ND	3.3	0.75	4.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	48.3
	ดูเต่า	ND	ND	11.3	2.0	2.0	0.5	0.8	9.0	ND	1.0	ND	3.3	ND	ND	ND	2.50	ND	ND	32.3
	ปากจ่า	ND	ND	7.5	0.5	7.0	0.5	ND	12.0	ND	1.3	1.8	7.0	ND	ND	5.8	13.3	ND	ND	56.5
4. ปลาแป้น	เกาะยอ	ND	14.3	13.3	0.5	ND	ND	ND	4.3	ND	1.5	ND	3.0	ND	1.5	ND	ND	ND	ND	38.3
	ดูเต่า	ND	16.5	15.8	0.5	ND	0.5	0.8	5.0	ND	ND	ND	4.5	ND	ND	ND	5.5	ND	ND	49.0
	ปากจ่า	ND	9.8	4.8	5.8	ND	ND	ND	11.8	ND	ND	ND	2.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	34.8
5. ปลากดขี้ลิง	เกาะยอ	0.5	15.8	16.8	1.5	ND	ND	ND	21.5	ND	2.3	ND	3.0	ND	1.0	ND	0.8	ND	ND	63.0
	ดูเต่า	10.5	23.3	5.5	1.5	1. 0	ND	2.8	135.8	ND	12.8	ND	7.8	ND	ND	ND	0.8	ND	ND	202.0
	ปากจ่า	ND	ND	11.8	4.0	2.3	0.5	ND	11.3	ND	0.8	1.0	2.8	ND	ND	ND	0.8	2.50	ND	37.5
6. กุ้งหัวแข็ง	เกาะยอ	ND	ND	11.5	0.8	ND	ND	ND	5.8	ND	ND	ND	2.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	20.3
	ดูเต่า	ND	8.0	3.8	3.5	ND	ND	ND	8.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	24.0
	ปากจ่า	ND	ND	13.5	ND	1.5	ND	ND	9.8	ND	ND	ND	2.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	27.0
ND (Non detectable) : หมายถึงตรวจไม่พบ																				
Minimum detection limit = 0.1		1.4	0.3	0.1	0.6	0.3	0.6	1.1	0.6	0.7	0.7	0.7	0.3	0.6	0.5	0.5	0.7	0.6		

ตารางผนวก 9 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ในเดือน พฤศจิกายน 2538 ปริมาณต่อน้ำหนักแห้ง

ชนิดสัตว์น้ำ	สถานที่	ปริมาณสารออร์กาโนคลอรีน (µg / kg dry weight)																		
		α - HCH	β - HCH	γ - HCH	δ - HCH	Hepta chlor	Hepta chlor epoxide	o,p'- DDE	p,p'- DDE	o,p'- DDD	p,p'- DDD	o,p'- DDT	p,p'- DDT	Aldrin	Diel- drin	Endrin	β - Endo sulfan	α - Endo sulfan	Endo sulfen sulfate	Total OCPs
1.ปลาโคบ	เกาะยอ	ND	49.7	46.7	ND	ND	ND	ND	25.8	ND	ND	ND	14.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	137.0
	ดูเต่า	ND	ND	45.4	1.8	13.3	ND	3.6	31.1	2.7	3.6	ND	ND	ND	6.2	ND	ND	11.6	ND	119.2
	ปากจ่า	ND	ND	36.2	ND	ND	ND	3.3	51.8	7.4	5.8	ND	ND	ND	8.2	ND	ND	ND	ND	112.6
2.ปลากระบอก	เกาะยอ	ND	64.2	32.5	0.9	ND	ND	ND	17.1	ND	ND	ND	8.6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	123.3
	ดูเต่า	ND	ND	49.2	1.9	ND	ND	ND	5.8	2.9	ND	ND	13.5	ND	2.9	ND	ND	ND	ND	76.3
	ปากจ่า	ND	43.0	57.3	1.6	4.8	ND	8.0	32.6	ND	ND	ND	ND	ND	8.0	ND	4.0	ND	ND	159.2
3.ปลาตะกรับ	เกาะยอ	ND	98.8	77.1	1.0	5.9	ND	3.0	17.8	ND	5.9	ND	15.8	ND	4.0	ND	4.0	5.9	ND	239.1
	ดูเต่า	ND	ND	20.1	3.5	ND	ND	ND	16.6	ND	ND	ND	30.6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	70.9
	ปากจ่า	ND	ND	26.7	0.9	ND	ND	5.3	36.3	2.7	9.7	15.0	13.3	ND	4.4	ND	3.5	4.4	ND	121.2
4.ปลาแป้น	เกาะยอ	ND	ND	25.8	4.3	11.8	ND	4.3	43.0	7.5	6.5	17.2	29.0	ND	17.2	ND	7.5	ND	ND	174.2
	ดูเต่า	ND	73.0	18.5	ND	ND	ND	ND	16.2	ND	ND	ND	13.9	ND	ND	ND	ND	3.5	ND	125.1
	ปากจ่า	ND	ND	22.8	1.9	8.6	ND	2.9	60.9	7.6	4.8	ND	20.9	ND	7.61	ND	4.8	5.7	ND	148.4
5.ปลากดขี้ลิง	เกาะยอ	ND	ND	83.7	3.3	ND	ND	ND	7.7	ND	ND	8.8	15.4	ND	ND	20.9	48.4	ND	ND	188.3
	ดูเต่า	ND	ND	111.8	4.8	10.70	ND	ND	11.9	ND	ND	4.8	13.1	ND	ND	97.5	ND	15.5	ND	269.9
	ปากจ่า	ND	ND	86.7	ND	ND	ND	ND	12.2	ND	ND	ND	12.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	111.1
6 กุ้งหัวแข็ง	เกาะยอ	ND	62.1	77.6	3.3	14.4	ND	5.5	101.9	15.5	6.7	16.6	23.3	ND	27.7	ND	6.7	14.4	ND	376.6
	ดูเต่า	ND	ND	56.6	2.2	12.2	ND	ND	12.2	4.4	ND	ND	ND	ND	8.9	ND	4.4	11.1	ND	112.0
	ปากจ่า	1.19	47.8	69.3	ND	8.4	ND	9.6	16.7	3.6	ND	17.9	20.3	ND	4.8	ND	6.0	12.0	ND	217.5
ND (Non detectable) : หมายถึงตรวจไม่พบ																				
Minimum detection limit = 0.4		5.8	1.2	0.4	2.5	1.2	2.5	2.8	2.5	2.9	2.9	2.5	1.2	2.5	2.1	2.1	2.9	2.5		

ตารางผนวก 10 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ในเดือน ธันวาคม 2538 ปริมาณในน้ำหนักแห้ง

ชนิดสัตว์น้ำ	สถานที่	ปริมาณสารออร์กาโนคลอรีน (µg / kg dry weight)																		
		α-HCH	β-HCH	γ-HCH	δ-HCH	Heptachlor	Heptachlor epoxide	o,p'-DDE	p,p'-DDE	o,p'-DDD	p,p'-DDD	o,p'-DDT	p,p'-DDT	Aldrin	Dieldrin	Endrin	β-Endosulfan	α-Endosulfan	Endosulfan sulfate	Total OCPs
1.ปลาโคบ	เกาะยอ	ND	60.2	55.7	ND	ND	ND	ND	167.0	ND	8.0	12.5	15.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	319.2
	ดูเต่า	ND	ND	26.3	ND	ND	ND	ND	53.5	ND	4.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	84.4
	ปากจ่า	ND	ND	24.5	2.3	ND	ND	ND	16.3	ND	ND	ND	57.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	100.1
2.ปลากระบอก	เกาะยอ	ND	ND	83.9	ND	10.6	14.2	13.0	143.0	15.4	33.1	14.2	36.6	ND	30.7	ND	21.3	ND	ND	416.0
	ดูเต่า	ND	46.5	56.7	1.7	ND	ND	ND	22.9	ND	ND	ND	22.9	ND	17.8	ND	3.4	ND	ND	171.8
	ปากจ่า	ND	78.6	109.7	2.7	16.3	ND	10.8	36.6	17.6	ND	ND	ND	ND	12.2	ND	10.8	9.5	ND	304.7
3.ปลาตะกรับ	เกาะยอ	ND	43.1	52.2	3.4	14.7	ND	ND	27.2	ND	ND	ND	18.1	ND	6.8	ND	ND	ND	ND	165.5
	ดูเต่า	ND	36.0	41.3	ND	ND	ND	ND	22.3	ND	ND	ND	9.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	109.4
	ปากจ่า	ND	51.8	54.6	ND	7.1	ND	ND	39.7	ND	4.3	ND	11.4	ND	7.8	ND	3.6	ND	ND	180.2
4.ปลาแป้น	เกาะยอ	3.60	ND	50.1	3.5	7.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	15.2	ND	3.5	ND	ND	ND	ND	82.8
	ดูเต่า	ND	ND	64.8	ND	ND	ND	ND	19.6	ND	ND	ND	18.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	102.7
	ปากจ่า	ND	ND	34.4	7.64	10.2	ND	12.7	28.0	3.8	ND	ND	29.3	ND	31.9	ND	8.9	ND	ND	166.9
5.ปลากดขี้ลิง	เกาะยอ	ND	ND	109.8	5.6	8.3	ND	7.0	23.6	4.2	ND	ND	32.0	ND	7.0	ND	ND	ND	ND	197.4
	ดูเต่า	ND	47.1	36.3	ND	ND	ND	ND	30.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	114.3
	ปากจ่า	ND	ND	47.9	6.5	20.7	ND	5.2	27.2	10.4	ND	ND	31.1	ND	16.8	ND	5.2	ND	ND	170.9
6.กุ้งหัวแข็ง	เกาะยอ	ND	ND	40.4	1.9	10.3	ND	3.8	27.1	7.5	ND	7.5	17.7	ND	11.2	ND	ND	7.5	ND	134.8
	ดูเต่า	ND	ND	20.9	ND	ND	ND	ND	13.9	ND	ND	ND	8.7	1.7	4.4	ND	ND	ND	ND	49.6
	ปากจ่า	ND	ND	43.5	0.95	ND	ND	ND	25.6	ND	ND	ND	11.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	81.4
ND (Non detectable) : หมายถึงตรวจไม่พบ																				
Minimum detection limit = 0.4		5.8	1.2	0.4	2.5	1.2	2.5	2.8	2.5	2.9	2.9	2.5	1.2	2.5	2.1	2.1	2.9	2.5		

ตารางผนวก 11 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ในเดือน มีนาคม 2539 ปริมาณในน้ำหนักแห้ง

ชนิดสัตว์น้ำ	สถานที่	ปริมาณสารออร์กาโนคลอรีน (µg / kg dry weight)																		
		α - HCH	β - HCH	γ - HCH	δ - HCH	Hepta chlor	Hepta chlor epoxide	o,p'- DDE	p,p' - DDE	o,p' - DDD	p,p' - DDD	o,p' - DDT	p,p' - DDT	Aldrin	Diel- drin	Endrin	β - Endo sulfan	α - Endo sulfan	Endo sulfan sulfate	Total OCPs
1.ปลาโคบ	เกาะยอ	ND	42.4	12.7	ND	ND	ND	ND	14.8	ND	14.8	5.3	17.0	ND	ND	ND	ND	5.3	ND	112.4
	ดูเต่า	ND	43.5	18.8	1.0	ND	5.9	ND	19.8	ND	5.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	94.0
	ปากจ่า	ND	57.5	17.8	2.1	5.2	ND	6.2	33.5	ND	6.3	ND	15.7	ND	ND	ND	3.1	ND	ND	146.4
2.ปลากระบอก	เกาะยอ	ND	56.1	70.4	ND	ND	ND	4.1	42.8	ND	21.4	5.1	15.3	ND	4.1	ND	3.1	ND	ND	222.4
	ดูเต่า	ND	66.4	64.2	ND	ND	ND	ND	13.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	143.9
	ปากจ่า	ND	58.9	58.0	3.8	ND	ND	ND	31.4	ND	ND	ND	4.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	156.8
3.ปลาตะกรับ	เกาะยอ	ND	57.2	19.1	ND	ND	ND	ND	8.5	ND	ND	ND	13.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	98.4
	ดูเต่า	1.01	73.1	29.4	11.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	14.2	ND	ND	ND	3.0	ND	ND	131.9
	ปากจ่า	ND	76.0	72.4	ND	ND	ND	ND	10.7	ND	ND	ND	16.6	ND	ND	ND	5.9	ND	ND	181.6
4.ปลาแป้น	เกาะยอ	ND	13.0	14.0	0.6	ND	ND	ND	2.8	ND	ND	ND	2.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	32.8
	ดูเต่า	ND	ND	46.3	ND	5.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	52.2
	ปากจ่า	ND	65.3	65.3	2.6	ND	ND	ND	12.8	ND	ND	ND	10.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	156.3
5.ปลากดขี้ลิง	เกาะยอ	ND	79.3	89.7	ND	ND	ND	ND	44.2	ND	13.0	7.8	16.9	ND	ND	ND	3.9	ND	ND	254.8
	ดูเต่า	1.4	ND	99.6	9.7	ND	ND	ND	31.8	ND	ND	ND	18.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	160.4
	ปากจ่า	ND	ND	41.3	4.5	ND	ND	ND	17.9	ND	ND	ND	11.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	74.8
6.กุ้งหัวแข็ง	เกาะยอ	72.2	ND	101.1	3.3	ND	ND	ND	28.9	4.5	ND	12.2	14.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	236.7
	ดูเต่า	ND	47.2	68.0	2.2	ND	ND	ND	ND	8.8	ND	ND	11.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	137.2
	ปากจ่า	ND	53.1	43.4	2.2	ND	ND	ND	16.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	114.9
ND (Non detectable) : หมายถึงตรวจไม่พบ																				
Minimum detection limit = 0.4		5.8	1.2	0.4	2.5	1.2	2.5	2.8	2.5	2.9	2.9	2.5	1.2	2.5	2.1	2.1	2.9	2.5		

ตารางผนวก 12 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ในเดือน เมษายน 2539 ปริมาณตในน้ำหนักแห้ง

ชนิดสัตว์น้ำ	สถานที่	ปริมาณสารออร์กาโนคลอรีน (µg / kg dry weight)																		
		α - HCH	β - HCH	γ - HCH	δ - HCH	Hepta chlor	Hepta chlor epoxide	o,p'- DDE	p,p'- DDE	o,p'- DDD	p,p'- DDD	o,p'- DDT	p,p'- DDT	Aldrin	Diel- drin	Endrin	β - Endo sulfan	α - Endo sulfan	Endo sulfan sulfate	Total OCPs
1.ปลาโคบ	เกาะยอ	ND	74.6	60.4	5.9	5.9	ND	ND	86.5	ND	10.7	ND	15.4	ND	ND	26.1	7.1	ND	ND	292.6
	ดูเต่า	ND	228.0	62.2	ND	ND	ND	ND	19.7	ND	ND	ND	12.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	322.3
	ปากจ่า	ND	48.3	65.8	1.0	6.2	ND	ND	46.3	ND	8.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	175.9
2.ปลากระบอก	เกาะยอ	ND	41.7	26.6	ND	ND	ND	ND	16.1	ND	ND	ND	11.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	95.8
	ดูเต่า	ND	63.0	32.7	4.8	ND	ND	ND	32.7	ND	16.7	ND	10.4	ND	ND	ND	2.4	ND	ND	162.6
	ปากจ่า	ND	49.8	17.8	15.0	ND	8.5	ND	24.4	ND	3.8	ND	17.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	137.1
3.ปลาตะกรับ	เกาะยอ	2.1	82.4	26.1	ND	ND	ND	ND	57.3	ND	13.6	3.1	16.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	201.2
	ดูเต่า	ND	ND	50.7	9.0	9.0	2.3	3.4	40.5	ND	4.5	ND	14.6	ND	ND	ND	11.3	ND	ND	145.3
	ปากจ่า	ND	ND	28.7	1.9	26.8	1.9	ND	46.0	ND	4.8	6.7	26.8	ND	ND	22.0	50.8	ND	ND	216.5
4.ปลาแป้น	เกาะยอ	ND	61.4	57.1	2.2	ND	ND	ND	18.3	ND	6.5	ND	12.9	ND	6.5	ND	ND	ND	ND	164.7
	ดูเต่า	ND	59.1	56.5	1.8	ND	1.8	2.7	17.9	ND	ND	ND	16.1	ND	ND	ND	19.7	ND	ND	175.6
	ปากจ่า	ND	27.1	13.2	16.0	ND	ND	ND	32.6	ND	ND	ND	7.6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	96.5
5.ปลากดขี้ลิง	เกาะยอ	2.0	63.6	67.6	6.05	ND	ND	ND	86.8	ND	9.1	ND	12.1	ND	4.0	ND	3.03	ND	ND	254.3
	ดูเต่า	104.3	230.9	54.6	14.9	14.9	ND	27.3	1348	ND	126.6	ND	77.0	ND	ND	ND	7.5	ND	ND	2006
	ปากจ่า	ND	ND	57.7	19.7	11.1	2.5	ND	55.3	ND	3.7	4.9	13.5	ND	ND	ND	3.7	12.1	ND	184.2
6.กุ้งหัวแข็ง	เกาะยอ	ND	ND	43.6	2.8	ND	ND	ND	21.8	ND	ND	ND	8.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	76.8
	ดูเต่า	ND	31.4	14.7	13.8	ND	ND	ND	34.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	94.3
	ปากจ่า	ND	ND	50.51	ND	5.61	ND	ND	36.5	ND	ND	ND	8.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	101.0
ND (Non detectable) : หมายถึงตรวจไม่พบ																				
Minimum detection limit = 0.4		5.8	1.2	0.4	2.5	1.2	2.5	2.8	2.5	2.9	2.9	2.5	1.2	2.5	2.1	2.1	2.9	2.5		

ตารางผนวก 13 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ในเดือน พฤศจิกายน 2538 ปริมาณในน้ำหนักไขมัน

ชนิดสัตว์น้ำ	สถานที่	ปริมาณสารออร์กาโนคลอรีน (µg / kg fat weight)																		
		α - HCH	β - HCH	γ - HCH	δ - HCH	Hepta chlor	Hepta chlor epoxide	o,p'- DDE	p,p' - DDE	o,p' - DDD	p,p' - DDD	o,p' - DDT	p,p' - DDT	Aldrin	Diel- drin	Endrin	β - Endo sulfan	α - Endo sulfan	Endo sulfan sulfate	Total OCPs x10^2
1.ปลาโคบ	เกาะยอ	ND	417.5	392.5	ND	ND	ND	ND	217.1	ND	ND	ND	125.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.15
	ดูเต่า	ND	ND	480.4	18.8	141.3	ND	37.7	329.7	28.7	37.7	ND	ND	ND	65.9	ND	ND	122.5	ND	1.26
	ปากจ่า	ND	ND	433.1	ND	ND	ND	39.4	620.1	88.6	68.9	ND	ND	ND	98.4	ND	ND	ND	ND	1.35
2.ปลากระบอก	เกาะยอ	ND	921.8	467.2	12.3	ND	ND	ND	245.8	ND	ND	ND	122.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.77
	ดูเต่า	ND	ND	502.8	19.7	ND	ND	ND	59.2	29.6	ND	ND	138.0	ND	29.6	ND	ND	ND	ND	7.78
	ปากจ่า	ND	595.5	794	22.1	66.2	ND	110.3	452.1	ND	ND	ND	ND	ND	110.3	ND	55.1	ND	ND	2.21
3.ปลาตะกรับ	เกาะยอ	ND	679.2	529.8	6.8	40.8	ND	20.4	122.3	ND	40.8	ND	108.7	ND	27.2	ND	27.2	40.8	ND	1.64
	ดูเต่า	ND	ND	148.6	25.8	ND	ND	ND	122.7	ND	ND	ND	226.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.23
	ปากจ่า	ND	ND	235.2	8.1	ND	ND	48.7	392.6	24.3	89.2	137.9	121.7	ND	40.6	ND	32.5	40.6	ND	1.17
4.ปลาแป้น	เกาะยอ	ND	ND	342.7	57.1	157.1	ND	57.1	571.1	99.9	85.7	228.4	385.5	ND	228.4	ND	99.9	ND	ND	2.31
	ดูเต่า	ND	1180	299.6	ND	ND	ND	ND	262.2	ND	ND	ND	224.7	ND	ND	ND	ND	56.2	ND	2.02
	ปากจ่า	ND	ND	246.7	30.8	97.5	ND	30.8	657.9	82.2	61.4	ND	226.2	ND	82.2	ND	61.4	61.7	ND	1.62
5.ปลากดขี้ลิง	เกาะยอ	ND	ND	1870	73.81	ND	ND	ND	172.2	ND	ND	196.9	344.5	ND	ND	467.5	1083	ND	ND	4.21
	ดูเต่า	ND	ND	1307	ND	126.1	ND	ND	139.0	ND	ND	55.6	153	ND	ND	1140	ND	180.8	ND	3.10
	ปากจ่า	ND	ND	932.7	ND	ND	ND	ND	131.4	ND	ND	ND	131.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.20
6.กุ้งหัวแข็ง	เกาะยอ	ND	1014	1267	90.5	235.3	ND	90.5	1616	253.4	108.6	271.5	380.2	ND	452.6	ND	108.6	235.3	ND	6.12
	ดูเต่า	ND	ND	923.2	ND	199.1	ND	ND	211.9	77.04	ND	ND	ND	ND	154.1	ND	77.04	192.6	ND	1.84
	ปากจ่า	18.9	759.3	1101	151.9	132.9	ND	151.9	265.8	57	ND	284.7	322.7	ND	75.9	ND	94.9	189.8	ND	3.61
Minimum detection limit =		4.1	56.9	12.2	4.1	24.4	9.4	19.0	44.7	24.3	27.0	22.3	28.6	12.2	24.4	20.3	19.5	28.5	24.4	

ND (Non detectable) : หมายถึงตรวจไม่พบ

ตารางผนวก 14 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ในเดือน ธันวาคม 2538 ปริมาณในน้ำหนักไขมัน

ชนิดสัตว์น้ำ	สถานที่	ปริมาณสารออร์กาโนคลอรีน (µg / kg fat weight)																		
		α - HCH	β - HCH	γ - HCH	δ - HCH	Hepta chlor	Hepta chlor epoxide	o,p′- DDE	p,p′ - DDE	o,p′ - DDD	p,p′ - DDD	o,p′ - DDT	p,p′ - DDT	Aldrin	Diel- drin	Endrin	β - Endo sulfan	α - Endo sulfan	Endo sulfan sulfate	Total OCPs x10^2
1.ปลาโคบ	เกาะยอ	ND	602.6	557.1	ND	ND	ND	ND	1671	ND	79.58	125.1	159.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.20
	ดูเต่า	ND	ND	245.1	ND	ND	ND	ND	499.0	ND	43.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	7.88
	ปากจ่า	ND	ND	221.4	21.1	ND	ND	ND	147.6	ND	ND	ND	516.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	9.07
2.ปลากระบอก	เกาะยอ	ND	ND	753.7	ND	95.5	127.4	116.8	1285	138	297.3	127.4	329.1	ND	276.0	ND	191.1	ND	ND	3.74
	ดูเต่า	ND	678.0	825.9	24.7	ND	ND	ND	332.8	ND	ND	ND	332.8	ND	258.9	ND	49.3	ND	ND	2.50
	ปากจ่า	ND	799.3	1116	27.6	165.4	ND	110.3	372.1	179.2	ND	ND	ND	ND	124.0	ND	110.3	96.5	ND	3.10
3.ปลาตะกรับ	เกาะยอ	ND	293.6	355.4	23.2	100.4	ND	ND	185.4	ND	ND	ND	123.6	ND	46.4	ND	ND	ND	ND	1.13
	ดูเต่า	ND	479.1	548.8	ND	ND	ND	ND	296.2	ND	ND	ND	130.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.46
	ปากจ่า	ND	748.0	788.9	ND	102.5	ND	ND	573.8	ND	61.5	ND	163.9	ND	112.7	ND	51.2	ND	ND	2.60
4.ปลาแป้น	เกาะยอ	36.8	ND	527.7	36.8	73.6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	159.6	ND	36.8	ND	ND	ND	ND	8.71
	ดูเต่า	ND	ND	571.9	ND	ND	ND	ND	172.6	ND	ND	ND	161.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	9.06
	ปากจ่า	ND	ND	401.3	89.2	118.9	ND	148.6	327.0	44.6	ND	ND	341.9	ND	371.6	ND	104.0	ND	ND	1.95
5.ปลากดขี้ลิง	เกาะยอ	ND	ND	869.3	44.0	66.0	ND	55.02	187.1	33.0	ND	ND	253.1	ND	55.0	ND	ND	ND	ND	1.56
	ดูเต่า	ND	502.9	387.9	ND	ND	ND	ND	330.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.22
	ปากจ่า	ND	ND	420.1	56.8	181.6	ND	45.4	238.4	90.8	ND	ND	272.5	ND	147.6	ND	45.4	ND	ND	1.50
6.กุ้งหัวแข็ง	เกาะยอ	ND	ND	528.2	19.56	107.6	ND	39.1	283.7	78.3	ND	78.3	185.8	ND	117.4	ND	ND	78.3	ND	1.52
	ดูเต่า	ND	ND	223.2	ND	ND	ND	ND	148.8	ND	ND	ND	93.0	18.6	46.5	ND	ND	ND	ND	5.30
	ปากจ่า	ND	ND	523.2	11.4	ND	ND	ND	307.1	ND	ND	ND	136.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	9.78
Minimum detection limit =		4.1	56.9	12.2	4.1	24.4	9.4	19.0	44.7	24.3	27.0	22.3	28.5	12.2	24.4	20.3	19.5	28.5	24.4	

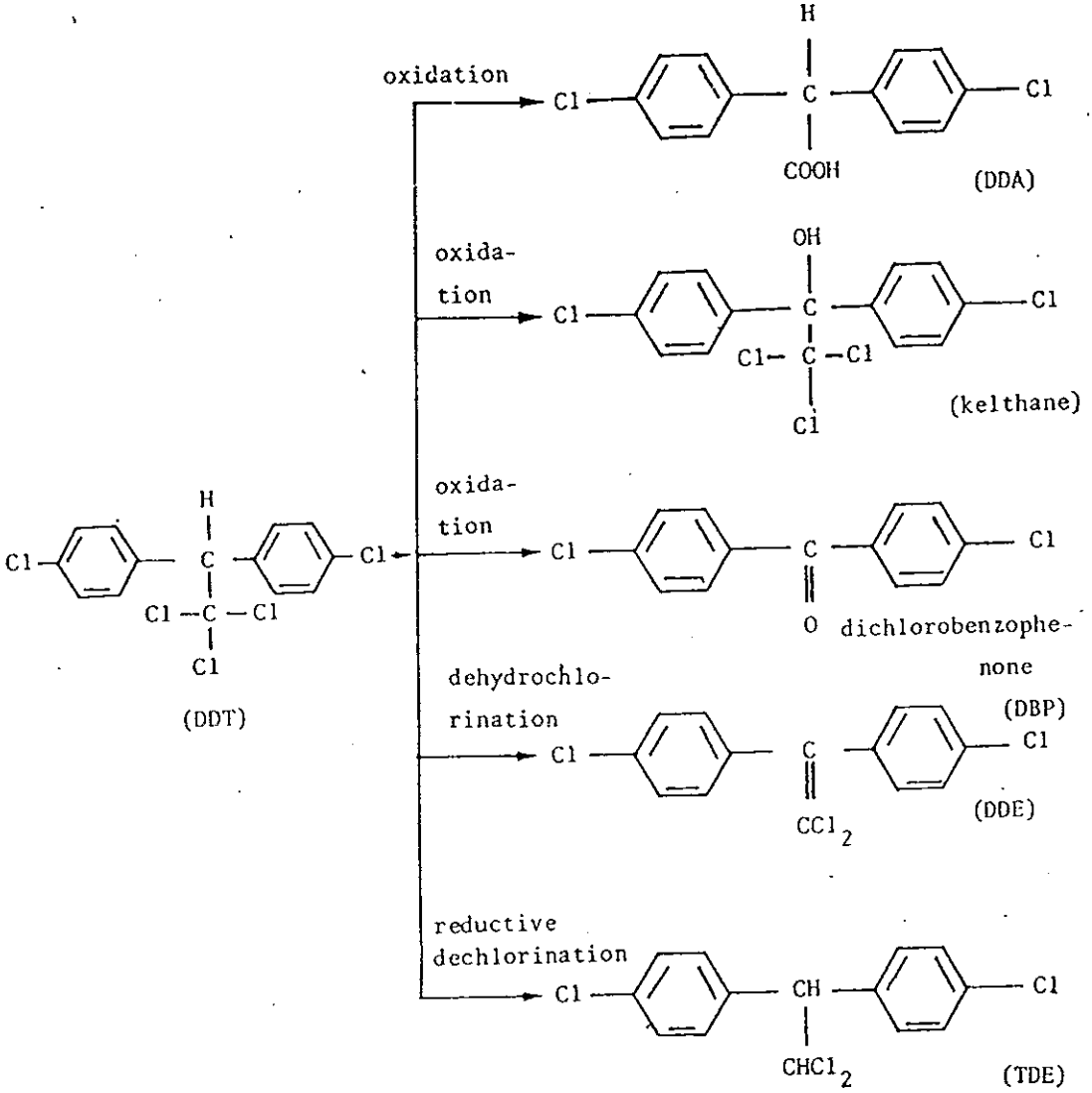
ND (Non detectable) : หมายถึงตรวจไม่พบ

ตารางผนว 15 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ในเดือน มีนาคม 2539 ปริมาณในน้ำหนักไขมัน

ชนิดสัตว์น้ำ	สถานที่	ปริมาณสารออร์กาโนคลอรีน (µg / kg fat weight)																		
		α - HCH	β - HCH	γ - HCH	δ - HCH	Hepta chlor	Hepta chlor epoxide	o,p′- DDE	p,p′ - DDE	o,p′ - DDD	p,p′ - DDD	o,p′- DD	p,p′ - DDT	Aldrin	Diel- drin	Endrin	β - Endo sulfan	α - Endo sulfan	Endo sulfan sulfate	Total OCPs x10^2
1.ปลาโดบ	เกาะยอ	ND	505.6	151.7	ND	ND	ND	ND	177.0	ND	177.0	63.2	202.2	ND	ND	ND	ND	63.2	ND	1.34
	ดูเต่า	ND	928.3	400.8	21.1	ND	126.6	ND	421.9	ND	105.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.00
	ปากจ่า	ND	1128	348.7	41.0	102.5	ND	102.5	656.3	ND	123.1	ND	307.6	ND	ND	ND	61.5	ND	ND	2.87
2.ปลากระบอก	เกาะยอ	ND	399.4	501.0	ND	ND	ND	29.0	305.0	ND	152.5	36.3	108.9	ND	29.0	ND	21.8	ND	ND	1.58
	ดูเต่า	ND	452.4	437.3	ND	ND	ND	ND	90.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	9.80
	ปากจ่า	ND	448.6	441.4	28.9	ND	ND	ND	238.8	ND	ND	ND	36.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.19
3.ปลาตะกรับ	เกาะยอ	ND	471.4	157.1	ND	ND	ND	ND	69.8	ND	ND	ND	113.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	8.12
	ดูเต่า	7.8	561.1	226.0	85.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	109.1	ND	ND	ND	23.4	ND	ND	1.01
	ปากจ่า	ND	565.6	539.1	ND	ND	ND	ND	79.5	ND	ND	ND	123.7	ND	ND	ND	44.2	ND	ND	1.35
4.ปลาแป้น	เกาะยอ	ND	511.4	550.8	19.7	ND	ND	ND	108.2	ND	ND	ND	98.4	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.29
	ดูเต่า	ND	ND	429.5	ND	55.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	4.85
	ปากจ่า	ND	574.8	574.8	22.5	ND	ND	ND	112.7	ND	ND	ND	90.2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.38
5.ปลากดขี้ลิง	เกาะยอ	ND	915.4	1035	ND	ND	ND	ND	510.2	ND	150.1	90.0	195.1	ND	ND	ND	45.0	ND	ND	2.94
	ดูเต่า	23.6	ND	1697	164.9	ND	ND	ND	541.9	ND	ND	ND	306.3	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.73
	ปากจ่า	ND	ND	668.4	72.3	ND	ND	ND	289.0	ND	ND	ND	180.6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.21
6.กุ้งหัวแข็ง	เกาะยอ	788.1	ND	1103	36.4	ND	ND	ND	315.2	48.5	ND	133.4	157.6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.58
	ดูเต่า	ND	507.8	732.2	23.6	ND	ND	ND	ND	94.5	ND	ND	118.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.48
	ปากจ่า	ND	477.0	389.4	19.5	ND	ND	ND	146.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.03
ND (Non detectable) : หมายถึงตรวจไม่พบ																				
Minimum detection limit =		4.1	56.9	12.2	4.1	24.4	9.4	19.0	44.7	24.3	27.0	22.3	28.5	12.2	24.4	20.3	19.5	28.5	24.4	

ตารางผนวก 16 ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในสัตว์น้ำบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ในเดือน เมษายน 2539 ปริมาณในน้ำหนักไขมัน

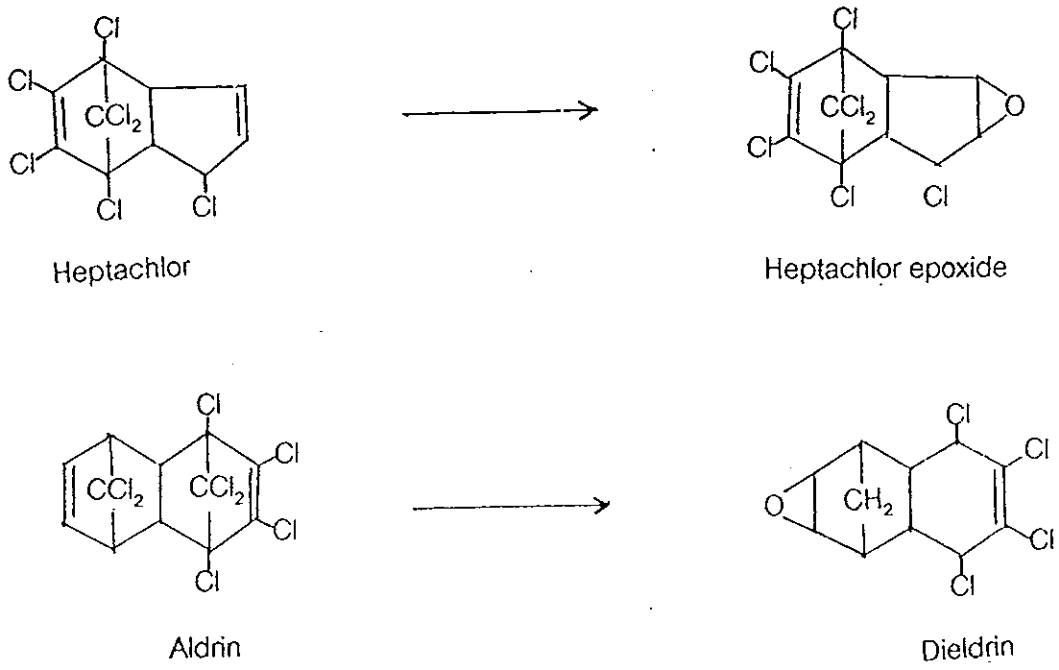
ชนิดสัตว์น้ำ	สถานที่	ปริมาณสารออร์กาโนคลอรีน (µg / kg wet weight)																		
		α - HCH	β - HCH	γ - HCH	δ - HCH	Hepta chlor	Hepta chlor epoxide	o,p'- DDE	p,p' - DDE	o,p' - DDD	p,p' - DDD	o,p' - DDT	p,p' - DDT	Aldrin	Diel- drin	Endrin	β - Endo sulfan	α - Endo sulfan	Endo sulfan sulfate	Total OCPs $x10^2$
1.ปลาโคบ	เกาะยอ	ND	558.7	452.3	44.3	44.3	ND	ND	647.4	ND	79.8	ND	115.3	ND	ND	195.2	53.2	ND	ND	2.19
	ดูเต่า	ND	2246	612.5	ND	ND	ND	ND	194.0	ND	ND	ND	122.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	3.18
	ปากจ่า	ND	429.3	584.6	9.13	54.8	ND	ND	411.0	ND	73.1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.56
2.ปลากระบอก	เกาะยอ	ND	299.7	190.7	ND	ND	ND	ND	115.8	ND	ND	ND	81.7	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6.88
	ดูเต่า	ND	512.9	266.2	38.9	ND	ND	ND	266.2	ND	136.3	ND	84.4	ND	ND	ND	19.5	ND	ND	1.32
	ปากจ่า	ND	358.8	128.6	108.3	ND	60.9	ND	176.0	ND	27.1	ND	128.6	ND	ND	ND	ND	ND	ND	9.88
3.ปลาตะกรับ	เกาะยอ	14.9	586.6	185.6	ND	ND	ND	ND	408.4	ND	96.5	22.3	118.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.43
	ดูเต่า	ND	ND	342.8	60.9	60.9	15.2	22.9	274.2	ND	30.5	ND	99.0	ND	ND	ND	76.2	ND	ND	9.83
	ปากจ่า	ND	ND	223.5	14.9	208.6	14.9	ND	357.6	ND	37.3	52.2	208.6	ND	ND	171.3	394.8	ND	ND	1.68
4.ปลาแป้น	เกาะยอ	ND	636.2	591.5	22.32	ND	ND	ND	189.7	ND	67.0	ND	133.9	ND	67.0	ND	ND	ND	ND	1.71
	ดูเต่า	ND	810.8	774.0	24.6	ND	24.6	36.9	245.7	ND	ND	ND	221.1	ND	ND	ND	270.3	ND	ND	2.41
	ปากจ่า	ND	480.3	234.0	283.3	ND	ND	ND	578.8	ND	ND	ND	135.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.71
5.ปลากดขี้ลิง	เกาะยอ	15.3	482.2	512.9	45.9	ND	ND	ND	658.3	ND	68.9	ND	91.9	ND	30.6	ND	23.0	ND	ND	1.93
	ดูเต่า	347.0	768.3	181.8	49.6	49.6	ND	90.9	4486	ND	421.4	ND	256.1	ND	ND	ND	24.8	ND	ND	6.68
	ปากจ่า	ND	ND	456.3	155.3	87.4	19.4	ND	436.9	ND	29.1	38.8	106.8	ND	ND	ND	29.13	97.1	ND	1.46
6.กุ้งหัวแข็ง	เกาะยอ	ND	ND	377.9	24.7	ND	ND	ND	189.0	ND	ND	ND	73.9	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6.66
	ดูเต่า	ND	296.1	138.8	129.5	ND	ND	ND	323.8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	8.88
	ปากจ่า	ND	ND	423.2	ND	47.02	ND	ND	305.6	ND	ND	ND	70.5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	8.46
ND (Non detectable) : หมายถึงตรวจไม่พบ																				
Minimum detection limit =		4.1	56.9	12.2	4.1	24.4	9.4	19.0	44.7	24.3	27.0	22.3	28.5	12.2	24.4	20.3	19.5	28.5	24.4	



ภาพผนวก 3 ปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงของ DDT

ที่มา : เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต (2536)

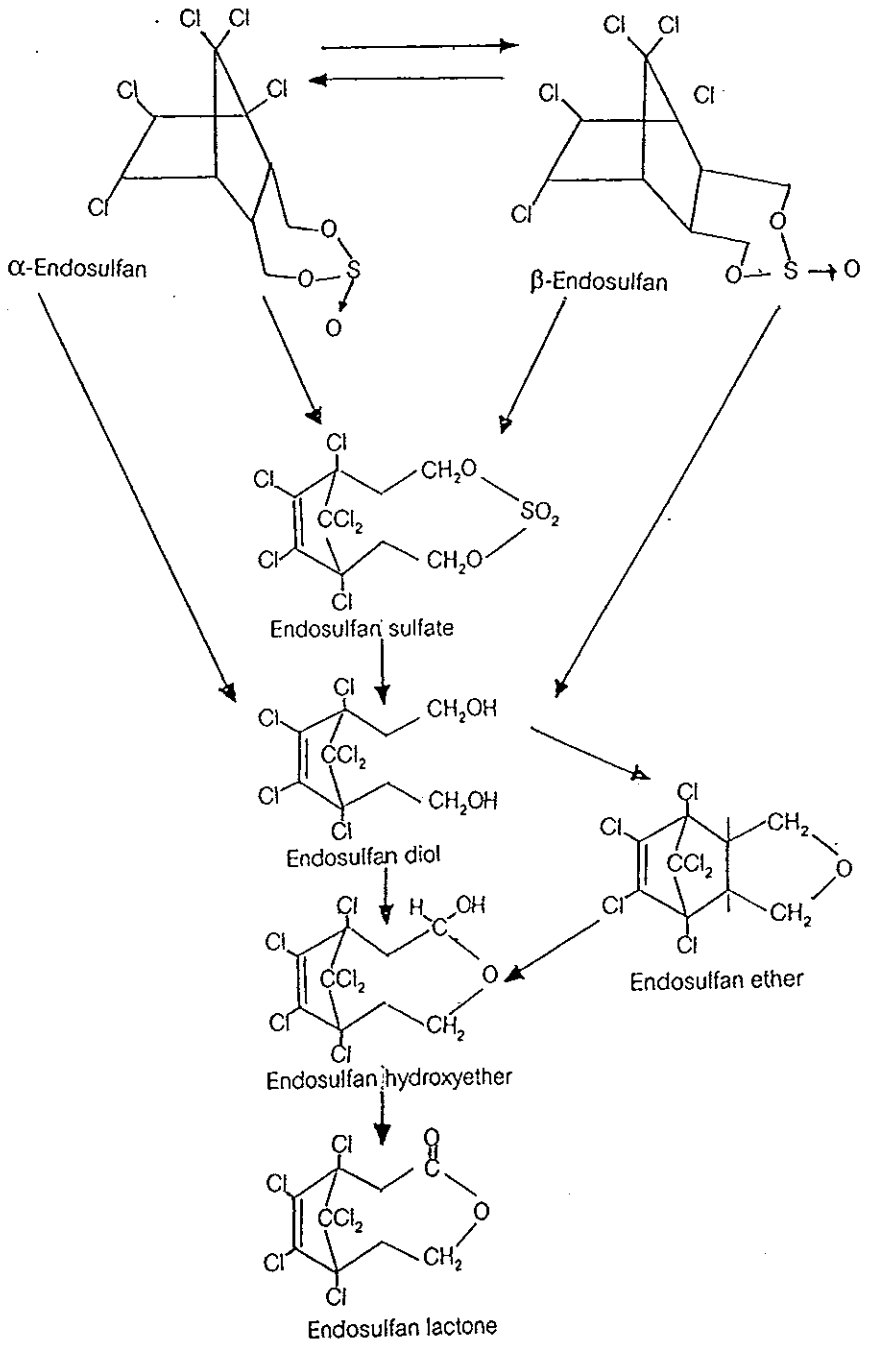
พันธะคู่ใน Cyclodiene pesticide จะถูกออกซิไดซ์โดยเปอร์เอซิดหรือไฮโดรเปอร์ออกไซด์ในกรดอะซิติกได้สารรูปอีพอกไซด์



ภาพผนวก 4 พันธะคู่ใน Cyclodiene pesticide

ที่มา : Edwards (1973)

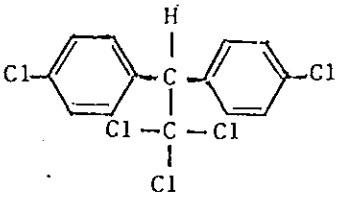
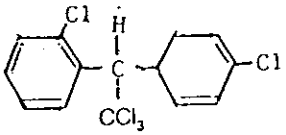
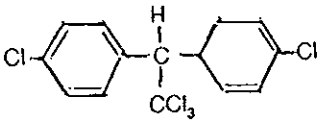
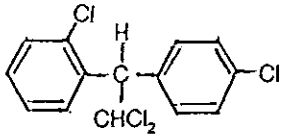
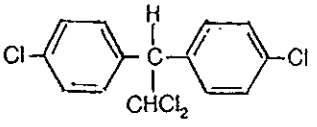
Endosulfan มี 2 ไอโซเมอร์ คือ α-Endosulfan และ β-Endosulfan มีการเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในรูปต่างๆ ดังนี้



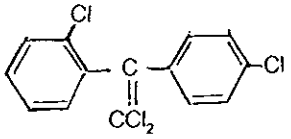
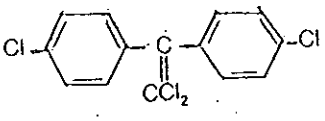
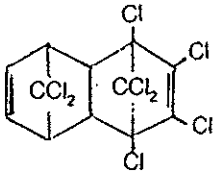
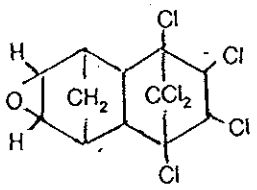
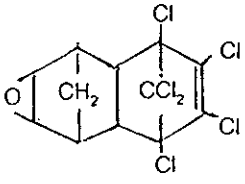
ภาพผนวก 5 กระบวนการย่อยสลายของเอ็นโดซัลแฟน (degradation products.)

ที่มา : Peterson and Batley (1993)

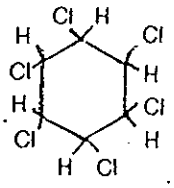
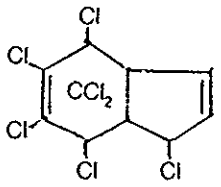
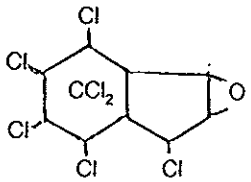
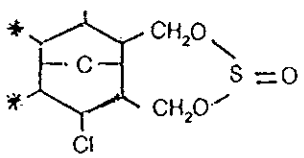
ตารางผนวก 17 ชื่อสามัญ ชื่อทางเคมี สูตรโมเลกุล และสูตรโครงสร้าง ของสารกำจัดศัตรูพืช กลุ่มออร์กาโนคลอรีน

ชื่อสามัญ	ชื่อทางเคมี	สูตรโมเลกุล	สูตรโครงสร้าง
DDT	1,1,1-trichloro-2,2-bis(para-chlorophenyl) ethane	$C_{14}H_9CL_5$	
o,p′-DDT	1,1,1-trichloro-2-(o-chlorophenyl)-2-(para-chlorophenyl) ethane	$C_{14}H_9CL_5$	
p,p′-DDT	1,1,1-trichloro-2,2-(para-chlorophenyl) ethane	$C_{14}H_9CL_5$	
o,p′-DDD	2,(o-chlorophenyl)-2-(para-chlorophenyl)-1,1-dichloethane	$C_{14}H_{10}CL_4$	
p,p′-DDD	2,2-bis(para-chlorophenyl)-1,1-dichloroethane	$C_{14}H_{10}CL_4$	

ตารางผนวก 17 ต่อ

ชื่อสามัญ	ชื่อทางเคมี	สูตรโมเลกุล	สูตรโครงสร้าง
o,p′-DDE	1,1-Dichloro-2-(o-chlorophenyl)-2-(para-chlorophenyl) ethylene	$C_{14}H_8CL_4$	
p,p′-DDE	1,1-Dichloro-2,2-bis(para-chlorophenyl) ethylene	$C_{14}H_8CL_4$	
Aldrin	1,2,3,4,10,10-Hexachloro-1,4-4a,5,8,8a-Hexahydro-1,4-endo-exo-5,8-dimethanonaphthalene	$C_{12}H_8CL_6$	
Dieldrin	1,2,3,4,10,10-Hexachloro-exo-6,7,-epoxy-1,4-4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4-endo-exo-5,8-dimethanonaphthalene	$C_{12}H_8CL_6O$	
Endrin	1,2,3,4,10,10-Hexachloro-6,7-epoxy-1,4-4a,5,6,7,8,8a-octahydro-1,4-endo-endo-5,8-dimethanonaphthalene	$C_{12}H_8CL_6O$	

ตารางผนวก 17 ต่อ

ชื่อสามัญ	ชื่อทางเคมี	สูตรโมเลกุล	สูตรโครงสร้าง
Lindane (γ-HCH)	1,2,3,4,5,6,-hexachlorocychlohexane	$C_6H_6CL_8$	
Heptachlor	1,4,5,6,7,8,8-heptachlo-3a,4,7,7a-tetrahydro-4,7-methanoindene	$C_{10}H_5CL_7$	
Heptachlor epoxide	1,4,5,6,7,8,8-heptachlo-2,3-epoxy-3a,4,7,7a-tetrahydro-4,7-methanoindene	$C_{10}H_5CL_7O$	
Endosulfan	6,7,8,9,10-Hexachloro-1,5,5,a6,9,9a-hexahydro-6,9-methano-2,4,3-benzo(e)dioxathiepin-3-oxide	$C_9H_6CL_6O_3S$	

วัตถุอันตรายที่ห้ามนำเข้าหรือสั่งเข้ามาในประเทศไทย

โดยอาศัยอำนาจตามความในมาตรา 12 ทวิ แห่งพระราชบัญญัติวัตถุมีพิษ พ.ศ. 2510 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติวัตถุมีพิษ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2516 และกฎกระทรวงฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2517) ออกตามความในพระราชบัญญัติวัตถุมีพิษ พ.ศ. 2510 และพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 กรมวิชาการเกษตรได้ดำเนินการขึ้นทะเบียนวัตถุมีพิษทางการเกษตรเมื่อปี พ.ศ. 2518 มาจนกระทั่งถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2537 มีวัตถุอันตรายทางการเกษตรได้รับการขึ้นทะเบียนไปแล้วประมาณ 270 ชนิด และนอกเหนือจากนั้นยังมีวัตถุอันตรายอีก 26 ชนิดที่อนุกรรมการเพื่อพิจารณารับขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตร และกรมวิชาการเกษตรไม่รับขึ้นทะเบียนและไม่อนุญาตให้นำเข้ามาจำหน่ายในประเทศ ด้วยเหตุผลหลัก 2 ประการ คือ

1. เป็นวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่เมื่อนำเข้ามาใช้แล้วทั้งผู้ใช้และผู้บริโภค และผู้เกี่ยวข้องอื่นๆ จะมีความเสี่ยงภัยในเรื่องพิษภัยมาก

2. เป็นวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่สามารถหาวัตถุอันตรายอื่นใช้ทดแทนได้ดังนี้

ตารางผนวก 18 แสดงรายชื่อวัตถุมีพิษกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่ห้ามใช้เพื่อการเกษตร

ลำดับ	ชื่อวัตถุมีพิษ	เดือน ปี ที่ห้าม	เหตุผล
1	Chlordimeform	เมษายน 2520	- เป็นสารที่อาจก่อมะเร็ง
2	Leptophos	เมษายน 2520	- บริษัทขอถอนผลิตภัณฑ์จากตลาดเนื่องจากผลการทดลองมีแนวโนมว่าจะเป็นสารก่อมะเร็งจึงห้ามนำเข้า
3	BHC	มีนาคม 2523	- มีฤทธิ์ตกค้างนานมาก - เป็นสารที่อาจก่อมะเร็ง
4	Endrin	กรกฎาคม 2524	- มีฤทธิ์ตกค้างนาน เสี่ยงภัยในการใช้และการบริโภค - มีฤทธิ์ตกค้างอยู่ในเมล็ดพืชที่ส่งไปจำหน่ายต่างประเทศทำให้ถูกห้ามนำเข้าผลิตผลเกษตร

ตารางผนวก 18 ต่อ

ลำดับ	ชื่อวัตถุมีพิษ	เดือน ปี ที่ห้าม	เหตุผล
5	DDT	มีนาคม 2526	- เป็นสารที่มีแนวโน้มทำให้สัตว์ทดลองเกิดมะเร็งได้ - มีฤทธิ์ตกค้างนาน
6	Toxaphene	มีนาคม 2536	- เป็นสารที่มีแนวโน้มทำให้สัตว์ทดลองเกิดเป็นมะเร็งได้ - มีฤทธิ์ตกค้างนาน
7	2,4,5-T	กันยายน 2526	- เป็นสารที่ใช้แล้วมีพิษตกค้างนาน - เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งและอาจทำให้ครรภ์ผิดปกติได้
8	Sodium Chlorate	ตุลาคม 2529	- เป็น Strong Oxidant ติดไฟได้ง่าย เสี่ยงภัยในการเก็บรักษา - กระทรวงกลาโหมควบคุมเป็นยุทธปัจจัยอยู่แล้ว
9	Dieldrin	พฤษภาคม 2531	- เป็นสารที่มีฤทธิ์ตกค้างนาน สะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อม และร่างกายมนุษย์และสัตว์ได้ - ไม่มีการพิสูจน์พิษเรื้อรังอย่างเด่นชัด - เสี่ยงภัยในการใช้มากกว่าตัวอื่นๆ ในกลุ่มเดียวกัน เนื่องจากมีค่าความเป็นพิษต่ำกว่าสารชนิดอื่น
10	Aldrin	กันยายน 2531	- เป็นสารที่มีฤทธิ์ตกค้างนาน สะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อม และร่างกายของมนุษย์และสัตว์ได้
11	Heptachlor	กันยายน 2531	- เป็นสารที่มีฤทธิ์ตกค้างนาน สะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อม และร่างกายของมนุษย์และสัตว์ได้
12	Ethylene Chloride	กันยายน 2531	- เป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร, 2537

ตารางผนวก 19 แสดงปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) ในอำเภอต่างๆ บริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ประจำปี 2538

เดือน	สถานีวัดน้ำฝน											
	ศอต.	ท่าฯ หาดใหญ่	เกษตร คอหงส์	ระโนด	เกษตร หาดใหญ่	สะเดา	รัตภูมิ	สทิงพระ	นาหม่อม	กิ่งกระแส สินธุ์	นิคมรัตภูมิ	ควนเนียง
ม.ค.	72.8	43.5	65.8	25.7	17.2	12.9	2.5	57.2	29.8	44.3	39.7	26.5
ก.พ.	10.1	35.4	25.1	2.8	19.3	10.8	3.2	24.5	21.8	20.1	22.7	0.0
มี.ค.	114.5	21.4	14.3	68.1	-	35.0	3.7	100.9	113.9	31.5	35.3	6.4
เม.ย.	7.1	15.4	7.6	96.3	0.0	125.1	0.0	21.3	31.0	3.3	11.6	2.5
พ.ค.	127.8	30.5	109.8	63.9	95.7	39.5	149.0	91.7	66.0	63.2	-	97.6
มิ.ย.	73.7	232.7	137.7	22.9	91.7	113.9	77.3	71.2	100.8	21.6	36.6	162.6
ก.ค.	175.8	234.1	229.1	164.2	205.4	15.1	127.8	143.7	276.9	104.2	145.3	265.9
ส.ค.	122.2	146.6	134.9	83.6	163.3	217.5	63.6	36.7	206.8	119.8	191.5	161.9
ก.ย.	174.0	190.9	210.8	52.2	180.7	342.9	72.4	86.3	174.6	62.4	193.0	126.8
ต.ค.	186.2	98.1	247.9	364.8	190.0	208.2	261.9	122.4	213.1	211.8	130.7	195.6
พ.ย.	826.5	386.4	396.6	822.2	353.6	288.6	462.2	951.9	383.5	1120.6	-	494.6
ธ.ค.	420.6	299.4	443.8	46.3	291.2	144.8	285.2	452.3	540.1	276.3	-	294.8
รวม	2311.4	1664.5	2023.4	1813.0	1536.1	1554.3	1375.2	2160.1	2168.5	2079.1	806.4	1835.5

ที่มา : ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จังหวัดสงขลา (2540)

ตารางผนวก 20 แสดงปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) ในอำเภอต่างๆ บริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ประจำปี 2539

เดือน	สถานีวัดน้ำฝน											
	คอต.	ท่าฯ หาดใหญ่	เกษตร คอหงส์	ระโนด	เกษตร หาดใหญ่	สะเดา	รัตภูมิ	สทิงพระ	นาหม่อม	กิ่งกระแส สินธุ์	นิคมรัตภูมิ	ควนเนียง
ม.ค.	94.3	65.2	42.8	32.0	58.5	10.2	8.5	71.7	55.0	85.4	-	65.8
ก.พ.	65.3	15.3	33.9	27.4	9.3	8.3	12.4	24.7	7.0	15.2	-	40.7
มี.ค.	1.2	13.9	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	-	0.0
เม.ย.	234.9	263.4	102.8	52.1	107.8	108.9	45.5	164.1	66.2	144.4	-	157.3
พ.ค.	135.5	144.2	229.5	158.5	166.5	101.5	30.8	89.0	88.5	71.1	-	127.7
มิ.ย.	21.1	142.2	140.9	95.4	131.8	155.8	75.4	86.8	124.8	159.0	168.5	80.1
ก.ค.	89.8	208.4	100.2	41.9	87.9	100.4	90.3	71.6	81.3	55.4	-	75.1
ส.ค.	111.0	123.6	228.9	125.8	212.6	88.5	39.4	72.4	170.1	124.3	116.6	196.3
ก.ย.	13.7	104.8	67.9	135.6	129.2	138.5	19.1	156.1	94.6	11.3	73.2	107.5
ต.ค.	260.0	209.6	211.6	231.8	188.1	189.2	95.9	341.5	113.4	166.1	195.6	116.1
พ.ย.	440.4	225.5	234.5	728.1	219.3	259.6	227.8	753.8	370.9	700.5	-	270.4
ธ.ค.	895.8	350.2	428.3	777.6	434.7	227.1	307.1	954.1	546.2	1091.0	-	662.1
รวม	2363.0	1866.3	1822.0	1654.7	1654.7	952.2	2251.4	2785.8	1718.0	2497.2	553.9	1836.1

ที่มา : ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จังหวัดสงขลา (2540)

06 Nov 97 SPSS for MS WINDOWS Release 6.0

t-tests for independent samples of FISH

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
ฤดูฝน				
FISH 1 (สัตว์น้ำกินพืช)	12	176.9742	108.953	31.452
FISH 2 (สัตว์น้ำกินสัตว์)	24	154.5479	71.873	14.671

Mean Difference = 22.4263

Levene's Test for Equality of Variances: F= 2.798 P= .104

t-test for Equality of Means Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	95% CI for Diff
Equal	.74	34	.464	30.280	(-39.124, 83.977)
Unequal	.65	15.95	.527	34.705	(-51.164, 96.016)

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
ฤดูแล้ง				
FISH 1 (สัตว์น้ำกินพืช)	12	171.8392	72.690	20.984
FISH 2 (สัตว์น้ำกินสัตว์)	24	222.8625	282.970	57.761

Mean Difference = -51.0233

Levene's Test for Equality of Variances: F= 1.873 P= .180

t-test for Equality of Means Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	95% CI for Diff
Equal	-.61	34	.546	83.573	(-220.904, 118.857)
Unequal	-.83	28.44	.413	61.454	(-176.937, 74.890)

06 Nov 97 SPSS for MS WINDOWS Release 6.0

t-tests for independent samples of SEASON

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
ปลาโคบ				
SEASON 1 (ฤดูฝน)	6	145.4217	86.950	35.497
SEASON 2 (ฤดูแล้ง)	6	190.5933	95.262	38.890

Mean Difference = -45.1717

Levene's Test for Equality of Variances: F= .450 P= .517

t-test for Equality of Means					95%
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	-.86	10	.411	52.655	(-162.525, 72.182)
Unequal	-.86	9.92	.411	52.655	(-162.525, 72.182)

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
ปลากระบอก				
SEASON 1 (ฤดูฝน)	6	208.5267	127.145	51.907
SEASON 2 (ฤดูแล้ง)	6	153.0850	41.299	16.860

Mean Difference = 55.4417

Levene's Test for Equality of Variances: F= 6.977 P= .025

t-test for Equality of Means					95%
Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	CI for Diff
Equal	1.02	10	.334	54.576	(-66.194, 177.077)
Unequal	1.02	6.04	.349	54.576	(-78.142, 189.025)

06 Nov 97 SPSS for MS WINDOWS Release 6.0

t-tests for independent samples of SEASON

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
ปลาตะกรับ				
SEASON 1 (ฤดูฝน)	6	147.7100	59.644	24.349
SEASON 2 (ฤดูแล้ง)	6	162.4867	44.977	18.362

Mean Difference = -14.7767

Levene's Test for Equality of Variances: F= .477 P= .505

t-test for Equality of Means Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	95% CI for Diff
Equal	-.48	10	.638	30.497	(-82.746, 53.193)
Unequal	-.48	9.30	.639	30.497	(-83.784, 54.231)

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
ปลาแป้น				
SEASON 1 (ฤดูฝน)	6	133.3517	36.309	14.823
SEASON 2 (ฤดูแล้ง)	6	113.0200	61.438	25.082

Mean Difference = 20.3317

Levene's Test for Equality of Variances: F= 4.316 P= .064

t-test for Equality of Means Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	95% CI for Diff
Equal	.70	10	.501	29.135	(-44.602, 85.265)
Unequal	.70	8.11	.505	29.135	(-46.872, 87.535)

06 Nov 97 SPSS for MS WINDOWS Release 6.0

t-tests for independent samples of SEASON

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
ปลากดขี้ลิง				
SEASON 1 (ฤดูฝน)	6	175.3117	59.106	24.130
SEASON 2 (ฤดูแล้ง)	6	489.1300	494.188	201.751

Mean Difference = -313.8183

Levene's Test for Equality of Variances: F= 13.079 P= .005

t-test for Equality of Means Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	95% CI for Diff
Equal	-1.54	10	.154	203.189	(-766.673, 139.036)
Unequal	-1.54	5.14	.182	203.189	(-836.302, 208.665)

Variable	Number of Cases	Mean	SD	SE of Mean
กุ้งหัวแข็ง				
SEASON 1 (ฤดูฝน)	6	161.8183	119.235	48.677
SEASON 2 (ฤดูแล้ง)	6	126.8133	57.534	23.488

Mean Difference = 35.0050

Levene's Test for Equality of Variances: F= 2.511 P= .144

t-test for Equality of Means Variances	t-value	df	2-Tail Sig	SE of Diff	95% CI for Diff
Equal	.65	10	.532	54.048	(-85.453, 155.463)
Unequal	.65	7.21	.537	54.048	(-92.835, 162.845)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายบุญสิน จิตตะประพันธ์

วัน เดือน ปีเกิด 29 มีนาคม 2505

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
เทคโนโลยีการเกษตรบัณฑิต	คณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้	2529

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

ตำแหน่ง	สถานที่ทำงาน
นักวิชาการเกษตร 5	ศูนย์ไร่ฝึกและการศึกษาต่อเนื่อง มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอละแม จังหวัดชุมพร